

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

CAMPUS DIADEMA

ESTELA FERREIRA SANTANA

UM ESTUDO SOBRE O SUBPROJETO PIBID UNIFESP:
A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA POR
MEIO DE SEQUÊNCIAS DE APRENDIZAGEM TEMÁTICA

DIADEMA

2019

ESTELA FERREIRA SANTANA

UM ESTUDO SOBRE O SUBPROJETO PIBID UNIFESP:
A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA POR
MEIO DE SEQUÊNCIAS DE APRENDIZAGEM TEMÁTICA

Dissertação apresentada, como exigência parcial para obtenção do título de mestre em ensino de Ciências, ao Programa de Pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Alves de Assis Martorano

DIADEMA

2019

Santana, Estela Ferreira

Um estudo sobre o subprojeto PIBID UNIFESP: A História da Ciência no ensino de Química por meio de Sequências de Aprendizagem Temática / Estela Ferreira Santana. – – Diadema, 2019.

145 f.

Dissertação de mestrado (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema, 2019.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Alves de Assis Martorano

1. Ensino 2. Química. 3. História da Ciência. 4. Sequência didática. 5. Pibid. I. Título.

CDD 540.712

Estela Ferreira Santana

Um estudo sobre o subprojeto PIBID UNIFESP: A História da Ciência no ensino de Química por meio de Sequências de Aprendizagem Temática

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Paulo para a banca examinadora a fim de obter o título de mestre em ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em: 26/08/2019

Banca examinadora

Orientadora: Profa. Dra. Simone Alves de Assis Martorano
Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP

Assinatura

Profa. Dra. Susan Bruna Carneiro Aragão
Instituto Presbiteriano Mackenzie

Assinatura

Profa. Dra. Marcia Helena Alvim
Universidade Federal do ABC - UFABC

Assinatura

Profa. Dra. Lígia Ajaimé Azzalis
Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP

Assinatura

À minha mãe e minha irmã os maiores amores da minha vida a quem dedico todas as minhas vitórias.

Às professoras e professores que guiaram o meu caminho até aqui.

AGRADECIMENTOS

À orientadora e amiga, Professora Dra. Simone Alves de Assis Martorano pela competência e respeito com que conduziu este processo, do alvorecer da ideia até a sua síntese.

Aos Professores Dr. Reginaldo Alberto Meloni e Dr. Helio Elael Bonini Viana, pelas valiosas contribuições no Exame de Qualificação.

À Professora Dra. Thaís Cyrino de Mello Forato, pelo acolhimento no grupo de pesquisa HS²E.

Às minhas amigas e amigos, queridos, que caminharam com enorme empenho durante as atividades do PIBID: Giseli, Mara, Marta, Maria, Cris, Helen, Daniele, Thamires, Raquel, Alexandra, Juvenice, Fernando, Chu, Fábio e César, sem eles não seria possível a realização desse trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

O melhor da escola pública está em contrariar destinos. Podemos ser amanhã uma coisa diferente de que somos hoje.

(Antônio Nóvoa, 2017)

RESUMO

Uma das premissas para o ensino de Ciências é a alfabetização científica e é a partir da abordagem histórica da Ciência que se pode atingir tal objetivo. Esta pesquisa permeou um estudo sobre atividades elaboradas por alunos de graduação e professores de escolas públicas, participantes de um projeto voltado para formação inicial e continuada de professores, o Pibid. O projeto tinha intenção de desenvolver sequências com abordagem histórica e implementá-las em aulas de Química em escolas públicas. A partir de critérios desenvolvidos nessa pesquisa foram escolhidas duas sequências de atividades para análise, ambas voltadas para o ensino médio. A análise foi realizada a partir dos parâmetros elaborados por Forato (2009), esses foram esquematizados em perguntas, divididas em três eixos: planejamento, aspectos historiográficos e funcionalidade em sala de aula. Com a análise foi possível julgar as temáticas escolhidas, os aspectos da natureza da ciência trabalhados e a pertinência dos conceitos científicos. Além de contornar possíveis pontos críticos encontrados, isso por meio da reelaboração de atividades guiadas pelos próprios parâmetros, essas compuseram os resultados desse trabalho. Concluiu-se que os parâmetros foram um bom instrumento para análise, contribuindo para levantamento de conclusões em relação a abordagens baseadas em História da Ciência. Incluindo a importância da interação entre as áreas histórica e pedagógica para elaboração de propostas com a abordagem estudada. Também foi enunciada a relevância de projetos voltados para formação de professores para práticas envolvendo História da Ciência, pois a abordagem é cercada de pontos críticos.

Palavras-chave: Ensino. Química. História da Ciência. Sequência didática. Pibid.

ABSTRACT

One of the premises for science teaching is scientific literacy and it is from the Historical approach to science that one can achieve this goal. This research permeated a study on activities developed by undergraduate students and teachers of public schools, participating in a project aimed at initial and continuing teacher education, the Institutional Program of Initiation to Teaching, o Pibid. The project was intended to develop sequences with a historical approach and to implement them in public school chemistry classes. Based on the criteria developed in this research, two sequences of activities were chosen for analysis, both aimed at high school. The analysis was performed based on the parameters elaborated by Forato (2009), these were outlined in questions, divided into three axes: planning, historiographic aspects and classroom functionality. With the analysis it was possible to study the structure of the sequences, to evaluate the chosen themes, the aspects of the nature of science worked and the relevance of the scientific concepts. In addition to circumventing possible critical points found, this through the redesign of activities guided by the parameters themselves, these composed the results of this work. It was concluded that the parameters were a good instrument for analysis, contributing to draw conclusions regarding approaches based on History of Science. Including the importance of interaction between the historical and pedagogical areas to elaborate proposals with the studied approach. It was also stated the importance of projects aimed at teacher training for practices involving History of science, because the approach is surrounded by critical points.

Keywords: Teaching. Chemistry. History of Science. Following teaching. Pibid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1: Parâmetro 1 e 2 na forma de perguntas.....	47
Ilustração 2: Questionamentos que emergem a partir dos dois primeiros parâmetros.....	47
Ilustração 3: Parâmetros 3 ao 12 na forma de perguntas.....	48
Ilustração 4: O alquimista, de David Teniers, século XVII.....	69
Ilustração 5: Sugestão de apresentação para o texto ‘Os alquimistas e seu Labor’	70
Ilustração 6: Sugestão para <i>slide</i> sobre impulso classificatório no século XVIII.....	75
Ilustração 7: Jogo percorrendo aspectos da história da classificação periódica dos elementos..	76
Ilustração 8: Exemplos de cartas do jogo abordando aspectos da natureza da ciência.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura de uma Sequência de Aprendizagem Temática.....	31
Quadro 2: Síntese dos principais objetivos dos parâmetros.....	46
Quadro 3: Síntese das principais observações em relação à análise da SAT Alquimia.....	57
Quadro 4: Síntese das principais observações em relação à análise da SAT Orgânica.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal do Nível Superior

ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

HC - História da Ciência

HQ – História em quadrinhos

LD - Livros didáticos

LDBEN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC - Ministério da Educação

PCNEM - Parâmetros Curriculares para Nacionais para o Ensino Médio

PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

PNLD - Plano Nacional do Livro Didático

PNLEM - Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

SAT - Sequências de Aprendizagem Temática

UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 AS BASES TEÓRICAS E O CONTEXTO DA PESQUISA	
2.1 Breve panorama sobre História da Ciência e seus conceitos fundamentais.....	15
2.2 História da Ciência nos documentos oficiais para o ensino de Ciências.....	20
2.3 História da Ciência em pesquisas da área de ensino de Ciências.....	22
2.4 História da Ciência e os livros didáticos de Química.....	27
2.5 Entendendo o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência.....	29
2.5.1 História da Ciência e o PIBID Química UNIFESP.....	30
3 OS DADOS E OS CRITÉRIOS DE ANÁLISE	
3.1 Critérios de escolha das SAT.....	33
3.2 Descrição da SAT Alquimia.....	36
3.3 Descrição da SAT Orgânica.....	39
3.4 Critérios para análise das SAT.....	41
3.5 A adaptação dos parâmetros para a análise.....	46
4 ANÁLISE A PARTIR DOS PARÂMETROS	
4.1 Análise da SAT Alquimia.....	49
4.2 Análise da SAT Orgânica.....	58
5 RESULTADOS: SAT REFORMULADAS	
5.1 SAT: Alquimia e Química: caminhos para o entendimento de concepção da matéria como elemento Químico.....	67
5.2 SAT: Um olhar histórico sobre a Tabela Periódica.....	74
5.3 SAT: Dos boticários aos dilemas dos compostos orgânicos contemporâneos.....	78
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS.....	83
ANEXOS.....	89
APÊNDICES.....	123

1 INTRODUÇÃO

A origem da investigação e onde pretende-se chegar

Apesar dos documentos norteadores do ensino brasileiro (BRASIL, 1996; BRASIL, 2002) e muitas pesquisas (MARTINS, 1990; MATTHEWS, 1995; MOURA, 2008; FORATO, 2009; PORTO, 2010; MARTORANO, 2012) defenderem a abordagem histórica como recurso para entendimento da natureza da ciência, aspecto essencial para alfabetização científica (ACEVEDO-DÍAZ *et al.*, 2017), essas também alertam para a falta de formação do professor, a escassez e a qualidade de materiais didáticos voltados para o ensino.

Desse modo, nesta pesquisa considerou-se como principal meta para inserir História da Ciência (HC) no ensino, o estudo sobre a construção de materiais didáticos que chegaram a sala de aula com a discussão de aspectos da natureza da ciência, tema intrinsecamente ligado ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) na área de Química da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

Na UNIFESP, o PIBID Química já vinha se desenvolvendo desde 2012, mas foi em 2014 que a proposta de inserir HC nas aulas de Química de escolas públicas de Diadema começou a ocorrer. Neste mesmo ano a parceria com a professora Simone Martorano começou, eu como bolsista e ela como coordenadora do programa, que se estendeu até 2017.

A proposta do programa foi relevante devido à necessidade das escolas públicas quanto a formação continuada e para a universidade no que diz respeito à formação inicial. Ambas formações foram amparadas pelo PIBID com propósito de conhecer o ambiente escolar, entender suas particularidades e desenvolver atividades a partir da HC.

Ao presenciar a carência dos professores e alunos quanto à abordagem histórica e à distância das pesquisas acadêmicas da escola, decidiu-se tornar algumas atividades do PIBID Química, implementadas no ensino básico, objeto de pesquisa. Assim, pode-se contribuir para o estudo do tema e a aproximação do mesmo nas escolas.

O PIBID Química trabalhou HC no ensino médio por meio da elaboração de Sequências de Aprendizagem Temática (SAT) (MARTORANO; CERIDÓRIO, 2017). Uma SAT é composta por uma série de atividades, é sempre iniciada com um questionário diagnóstico seguido de atividades como textos, jogos, experimentos, filmes, seminários e teatros, todas as atividades fundamentadas em aspectos da natureza da ciência e conteúdos de Química.

No período mencionado, o PIBID Química elaborou e implementou oito SAT e a partir de critérios estabelecidos nesta pesquisa, como acesso ao material e acompanhamento integral da implementação, foram escolhidas duas SAT para análise. Uma elaborada em 2015, para alunos do primeiro ano do ensino médio, na qual a temática foi a Alquimia e outra elaborada em 2016, para alunos do terceiro ano do ensino médio, na qual a temática centrou-se nos Boticários.

Reconhecendo as atividades das SAT como dados a serem analisados, levantou-se o questionamento central dessa pesquisa: Como os materiais relacionados a abordagem História da Ciência, elaborados no Projeto PIBID Química UNIFESP e implementados em escolas públicas de Diadema, se estruturaram para chegar à sala de aula tendo em vista os parâmetros elaborados por Forato (2009) ¹?

Para tentar responder a essa questão foram propostos os seguintes objetivos,

Geral

Analisar Sequências de Aprendizagem Temática elaboradas pelo subprojeto PIBID Química UNIFESP a fim de investigar a historiografia da Ciência e a funcionalidade em sala de aula levando em conta as orientações propostas nos parâmetros elaborados por Forato (2009).

Específicos

- Desenvolver uma análise da SAT Alquimia e SAT Orgânica em relação a aspectos historiográficos e pedagógicos.
- Enriquecer as SAT, se necessário elaborar materiais didáticos com abordagem HC.
- Adaptar as SAT para fácil acesso e uso de professores, mesmo que não estejam trabalhando em um grupo grande, como no caso do PIBID.
- Colaborar com o PIBID subprojeto Química a partir da análise das SAT e em relação à elaboração de futuras SAT.

¹ Apresentados na seção 3.4

Como hipótese, já esperávamos que os materiais elaborados pelo PIBID estivessem estruturados de acordo com a nova historiografia da ciência, entendendo que pela complexidade de se trabalhar na interface entre HC e ensino pudesse haver problemas em relação as exigências da literatura.

A pesquisa teve início com a busca pelos conceitos fundamentais sobre HC, seguiu investigando os documentos oficiais brasileiros e as pesquisas na área do ensino de ciências, argumentou sobre a abordagem históricas nos livros didáticos de Química e citou o trabalho do PIBID em relação a implementação da HC em sala de aula. Esses tópicos foram descritos na segunda seção, destinada a fundamentação teórica.

Na terceira seção, foram apresentados os dados da pesquisa por meio da descrição das SAT selecionadas e os critérios de análise que emergiram da tese de Forato (2009), fundamentada em argumentos na interface da HC e do ensino de ciências.

A quarta seção, foi destinada à análise das atividades contidas nas SAT. Foram usados questionamentos adaptados dos parâmetros, estudados na seção três, com vistas a analisar, promover o melhoramento e enriquecimento das sequências.

Na quinta seção, foram apresentadas as atividades das sequências reformuladas, a SAT: Alquimia e Química: caminhos para o entendimento de concepção da matéria como elemento Químico, a SAT: Um olhar histórico sobre a Tabela Periódica e a SAT: Dos boticários aos dilemas dos compostos orgânicos contemporâneos.

Nas considerações finais, descreveu-se o desfecho da pesquisa procurando responder às indagações iniciais.

No anexo, encontram-se as SAT Alquimia e Orgânica elaboradas pelo PIBID e atividades elaboradas nessa pesquisa para o enriquecimento das SAT após a realização da análise.

2. AS BASES TEÓRICAS E O CONTEXTO DA PESQUISA

2.1 Breve panorama sobre História da Ciência e seus conceitos fundamentais

Para os professores, a falta de proximidade com o campo de estudo da HC pode impedir a realização de um bom trabalho, que inclui o preparo de aulas e materiais didáticos. Por isso, é importante iniciar esta seção com esclarecimentos sobre conceitos fundamentais em relação a HC, uma vez que a construção de relações entre a mesma e o ensino só é possível a partir da compreensão do que seja este campo de estudo (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014).

Alfonso-Goldfarb (1994) destacou pontos importantes para compreender a HC, ela afirma que o surgimento da mesma está relacionado a eventos dos séculos XVI e XVII, período marcado pelas navegações e pesquisas, como as de Galileu Galilei e a Johannes Kepler.

A HC surgiu como argumento para justificar a própria ciência. Isso porque, discussões sobre o que atualmente é conhecido como ciência moderna começaram a emergir a partir de escolas de pensamento. Muitas dessas escolas usavam o viés histórico em suas explicações, claro, com abordagens diferentes. Algumas exaltavam a construção do conhecimento realizada pelos gregos e outras acreditavam ser necessário esquecê-los.

Como nesse período havia um número crescente de escritos históricos nas ciências, é possível citar um exemplo sobre a reforma médica de Paracelso. Existiram autores que defenderam a reforma como inovadora e antiaristotélica e outros que acreditavam que ela havia redescoberto verdades da antiguidade (DEBUS, 2004).

Um pouco mais adiante, no contexto da Revolução Francesa e Industrial, houve o desenvolvimento de muitas áreas: termodinâmica (Carnot 1796-1832), eletromagnetismo (Ampère 1775-1836) e médica (Pasteur 1822-1895) são exemplos. Na época, ficaram famosas as demonstrações públicas de experimentos, a exemplo as de Michael Faraday (1791-1867) que colaborou com a disseminação da ciência de sua época.

Os historiadores escreviam sobre o progresso no passado conduzindo ao estado atual das ciências, muitos pesquisadores acreditavam que a ciência estava consolidada. “A HC foi se transformando numa mistura de ficção científica, maravilhas do futuro com crônicas do que estava sendo feito, maravilhas do presente” (ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p.47).

Muitas vezes, introduziam-se pequenas narrativas, extremamente simplificadas misturando épocas e personagens. Narrativas mencionadas inclusive em livros que serviam para

ajudar a ensinar ciências. Essas se preocupavam em citar o que considerava certo, ou seja, tudo que se transformou na ciência daquele momento e errado o que atrapalhou a ciência a chegar ao estágio no qual se encontrava. Consequentemente muitas coisas foram ficando para trás, esquecidas e a HC foi se tornando pouco importante.

No século XX, novas teorias foram surgindo, por exemplo, a teoria da relatividade, a teoria do *Big Bang*, a teoria evolucionista e a quântica, essas não eram simplesmente complementares às anteriores, contrariando o que se acreditava na época. Então surge uma tensão na afirmativa dos que defendiam uma ciência consolidada. Por isso, foi necessária uma crítica à ciência e como a HC estava intrinsecamente ligada a ela nela encontraram-se instrumentos para essa crítica.

Contando e recontando a HC foi possível perceber saltos, problemas e falhas que ficaram para trás. É nesse momento que a HC necessitou ganhar uma dimensão verdadeiramente histórica para assim abordar questões envolvendo ciência e sociedade (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

Foi preciso criar uma área profissional, assim a HC foi se institucionalizando. As primeiras pessoas a se aprofundarem na área vinham do meio científico, muitas com influências do positivismo² e por consequência narravam uma história positivista (DEBUS, 2004).

Segundo Beltran, Saito e Trindade (2014) um articulador dessa institucionalização foi Geoges Sarton (1884-1956), um matemático positivista, fundador e editor da revista *Isis*, até hoje um dos principais periódicos na área.

A historiografia, escrita da história, que se delineava nesse momento era muito influenciada pela grande quantidade de material que ele escreveu. Em muitos trabalhos destacavam-se narrativas nas quais se registravam o que era considerado como grandes descobertas acompanhadas de seus heróis, gênios solitários.

² O positivismo é uma corrente historiográfica que surge no contexto da revolução industrial, e herda características do iluminismo, por exemplo, a ânsia encontrar “leis gerais”, ou os “padrões” que a multiplicidade e diversidade da experiência histórica poderiam encobrir. Em 1857, Henry Thomas Buckle publica *A História da Civilização na Inglaterra*, claramente uma historiografia positivista, na qual se encontra referências à ideia de progresso. Contudo foi no ensaio de Louis Bourdeau, 1888, com o título *L'Histoire et les historiens: essai critique sur l'Histoire considérée comme science positive*, que encontram-se os pilares da historiografia positivista: a busca de Leis Gerais- válidas para toda humanidade e por isso regeriam o desenvolvimento das sociedades humanas; a objetividade metodológica aproximada à das Ciências Naturais; a neutralidade de um historiador que devia se destacar do seu objeto de estudo e observá-lo distanciadamente, o uso de uma linguagem tão formalizada quanto possível, avessa à narratividade, ideia de que o historiador deve ser neutro e o resultado final seria uma verdade histórica (BARROS, 2011).

Ignoravam-se conhecimentos adquiridos por meio da Alquimia e Astrologia, consideradas como pseudociências, que para os historiadores da época serviam apenas para desviar a ciência do seu caminho ao progresso.

O modelo historiográfico defendido por Sarton desconsiderava a complexidade da ciência, pois era linear e continuísta, selecionava no passado apenas o que tinha permanecido. Era anacrônico, já que interpretava o passado com base nos temas atuais e indicava que todo conhecimento do passado tinha como objetivo evoluir para chegar à ciência de hoje. Pode-se nomear essa historiografia como tradicional (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014).

Por volta 1930, o modelo tradicional começa a sofrer abalos, publicações como as de Lynn Thorndike (1882-1965), sobre magia e experimentalismo e as de Boris Hessen (1893-1936), sobre a construção da ciência pelo ponto de vista extracientífico, passaram a evidenciar argumentos diferentes daqueles referentes a historiografia vigente.

A partir das publicações de Hessen, no II Congresso de História da Ciência, 1931, uma nova forma de historiografia se consolidava, essa analisava a ciência como atividade humana que para ser compreendida precisa ser estudada no conjunto social, político, econômico e religioso da época, ou seja, uma história externalista.

Diferente da ideia defendida por Sarton, internalista, ou seja, supõe-se que a ciência é autônoma, neutra e com uma dinâmica própria, independente da sociedade que a gerou, não permite que sejam avaliadas as condições próprias de uma época em que determinado conhecimento foi produzido. Desse modo, deveria ser estudada em função de seus próprios objetos, a história que surge, nesse caso, é um resultado e não um processo de construção (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014).

Na mesma época, Gaston Bachelard (1884-1962), Alexandre Koyré (1892-1964) e Thomas Kuhn (1922-1996) chamam atenção para rupturas no desenvolvimento da ciência, defendendo a abordagem descontínua da história, opondo-se, também, ao modelo tradicional. A abordagem desses pesquisadores se caracteriza pela negação da ideia de progresso contínuo para explicar a construção do conhecimento.

Ainda de acordo com Beltran, Saito e Trindade (2014), apesar de Bachelard romper com a ideia de continuísmo, com publicação de *A formação do espírito científico* (1938), as influências positivistas ainda permaneciam em seus trabalhos. Para ele, a história deveria ser

contada a partir das ciências do presente, daquilo que havia permanecido, uma historiografia presentista, anacrônica.

Herbert Butterfield (1900-1979) foi um dos críticos a essa historiografia, com *The Whig interpretation of history* (1931), a crítica partia da argumentação que os historiadores teriam organizado suas histórias do ponto de vista do presente, interpretando o passado com valores e conceitos atuais (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014).

O termo *Whig*, atribuído por Butterfield, definia o progresso da ciência do ponto de vista progressista britânico dos *Whigs* (partido político britânico). As características dessa HC enalteciam os valores cristãos (protestantes) e não levava em consideração a inter-relação entre as diferentes religiões, entendia a ciência moderna como um fenômeno estritamente europeu. Pode ser considerada um tipo de anacronismo com propósito de afirmar autoridade de grandes pensadores.

Como pode-se observar na publicação de *A estrutura das revoluções científicas* (1960), de Kuhn, houve a ruptura com a historiografia continuísta. Ele fez um estudo internalista focado nas revoluções científicas pontuais, ou seja, quando um paradigma é substituído por outro. Os estudos de Kuhn permitiram outras possibilidades para HC, principalmente a importância da ciência ser estudada no seu contexto de produção (BELTRAN, SAITO e TRINDADE, 2014).

Em relação as novas perspectivas historiográficas, destacam-se as pesquisas de Frances Yates (1899-1981), nas quais incluiu a hermética e as publicações de Walter Pagel (1898-1983), que pesquisou sobre Paracelso fazendo uma introdução à filosofia médica.

Pagel defendeu que personagens deveriam ser compreendidos inseridos na estrutura de pensamento da sua época. Ambos tentaram unir elementos mágicos, místicos e científicos em suas pesquisas, maior desafio para o historiador. Esses estudos abriram caminho para pesquisas em HC, como as de Allen G. Debus (1926-2009) que procurou entender as influências de Paracelso na Inglaterra e França entre XVI e XVII.

A perspectiva historiográfica desses pesquisadores vai ao encontro com as de Georges Canguilhem (1904-1995), ele retoma as ideias de Bachelard em relação as rupturas e acrescenta que há ideologias próprias por trás das diferentes visões historiográficas.

Em relação aos historiadores dos séculos XVI e XVII, Debus (2004) declarou, “[...] o historiador escreve com um propósito em mente. Na verdade, frequentemente, o historiador é um propagandista, mesmo quando não tem consciência disso” (DEBUS, 2004, p.15).

Quanto à nova abordagem historiográfica, recomenda-se mapear e contextualizar os conhecimentos do passado, considerando as continuidades e as discontinuidades. Atualmente a HC é uma área de conhecimento específica, se constitui como espaço de reflexões e é definida como o estudo das formas de elaboração, transformação e transmissão de conhecimentos sobre a natureza da ciência, as técnicas e as sociedades, em diferentes épocas e culturas, apresenta uma metodologia própria, que não é nem a metodologia da história e nem a metodologia da ciência (BELTRAN; SAITO ;TRINDADE, 2014).

O trabalho do historiador se caracteriza por pesquisas que buscam a localização e a análise de fontes de diferentes tipos, tais como: textos, imagens e documentos de cultura material (originais que são consideradas as fontes primárias) ou materiais elaborados por outros investigadores (literatura secundária que são consideradas fontes secundárias), nelas ficam registrados antigos conhecimentos sobre natureza da ciência.

É possível destacar que o campo de estudo sobre HC inclui aspectos da epistemologia, que por sua vez estuda a elaboração e a comparação entre conceitos relacionados além de verificar as condições para validade dos mesmos. O que se pode considerar uma tendência internalista, já que dá conta de aspectos internos a ciência. Também inclui aspectos da história e sociologia, pois considera os conhecimentos ao longo do tempo tendo em vista as diferentes culturas. Portanto, têm como objeto de estudo os conhecimentos encontrados na interface entre história, sociologia e epistemologia (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014).

Um ponto importante a ser considerado é que atualmente já foi superada a discussão se a HC é internalista ou externalista, não há dúvidas de que ambas as posições não são excludentes, a exemplo as propostas de Forato, Pietrocolla e Martins (2011) para o ensino, nas quais os aspectos são complementares.

Conhecer a visão historiográfica que é aceita atualmente é importante para que o professor escolha, da melhor maneira possível, as fontes quando for elaborar suas aulas, com a intenção de trabalhar a HC com seus alunos. É importante que ele reconheça e possa avaliar como a HC foi escrita.

Muitos professores reconhecem a importância de se trabalhar com a abordagem histórica em suas aulas, mas apontam muitas dificuldades para elaborar atividades, embora as orientações curriculares incluam a abordagem no ensino há algum tempo, como será discutido a seguir.

2.2 História da Ciência nos documentos oficiais para o ensino de Ciências

No Brasil, já na Reforma de Campos (1931) nota-se a recomendação para HC no ensino, mesmo que com uma visão positivista. Na época já se entendia que o ensino não poderia resumir-se somente a transmissão de conteúdos. O documento indica que

Ao professor ainda compete referir, abreviadamente, a propósito das descobertas mais notáveis da Química, a evolução dos seus conceitos fundamentais através dos tempos, revelando aos alunos os grandes vultos da sua história, a cuja tenacidade e intuição deve a civilização contemporânea, além da satisfação espiritual de dilatar o conhecimento do mundo objetivo, o concurso dos processos químicos em benefícios da saúde, das comodidades da vida, da defesa e do desenvolvimento econômico das nações (CAMPOS, 1942 apud PORTO 2010, p.160).

Posteriormente, observou-se a menção da abordagem em vários documentos oficiais. A Proposta Curricular para o ensino de Química de 1988, traz um enfoque mais atual do tema evitando considerar a ciência quase perfeita, incentivando uma abordagem na qual acertos e erros convivem e que não se apresente a sequência histórica como linear e progressiva se restringindo a somente datas e nomes (SÃO PAULO (Estado), 1988).

Em artigo incluso na proposta, escrito por Alfonso-Goldfarb (1988), descreve-se a importância da inserção da HC para ensino de Química. A autora descreve a abordagem como um caminho para um novo ensino do conhecimento científico baseado no despertar da curiosidade, a seguir as palavras da autora sobre essa maneira de ensinar.

[...] além de motivar os primeiros passos, despertar e facilitar as primeiras visões de ciência no estudante, incentiva neste o desenvolvimento de um caráter crítico que, longe de prejudicar a imagem da ciência – como se pensava tempos atrás, propicia uma base mais sólida onde essa mesma ciência venha a se apoiar no futuro (SÃO PAULO (Estado), 1988, p.27).

Ainda no documento de 1988, há duas sugestões para abordagens históricas, uma com a temática da construção da tabela periódica e outra com a problemática da nomenclatura em Química. Nelas almejam-se deixar claro que as descobertas não se dão de forma espontânea e por gênios isolados.

Com a Lei de Diretrizes e Bases (LDBEN) de 1996, atualmente em vigor, percebe-se a reorientação no sentido de se compreender o conhecimento científico e tecnológico como

portador de uma história. Esses aspectos podem ser observados nos instrumentos posteriores à LDBEN, os pareceres, diretrizes e parâmetros (PORTO, 2010).

A exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) de 1999, neles há menções ao uso da HC para contextualização do ensino e acrescentando a importância da mesma para a compreensão do caráter dinâmico do conhecimento científico. Nele indica-se

A história da Química como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus erros avanços e conflitos (BRASIL, 2002, p.31).

No documento complementar ao PCNEM, o PCN+ de 2002, considera ser fundamental mostrar através da história a cronologia do conhecimento, criticando as ideias equivocadas que uma contextualização isenta de uma perspectiva histórica causa (PORTO, 2010).

Nas Orientações Curriculares para o ensino médio de 2006, chama-se atenção para conhecimentos, habilidades e valores relativos à história e à filosofia da Química que os alunos devem conhecer. A seguir, destacam-se alguns pontos do documento em relação a conhecimentos da Química como atividade científica:

- reconhecimento e compreensão da ciência e da tecnologia química como criação humana, inseridas, portanto, na história e na sociedade em diferentes épocas.
- reconhecimento da ciência não como um corpus rígido e fechado, mas como uma atividade aberta, que está em contínua construção, a qual não é justificada somente por critérios racionais e cognitivos, pois esses critérios são também construídos socialmente.
- reconhecimento do caráter provisório e incerto das teorias científicas, das limitações de um modelo explicativo e da necessidade de alterá-lo, avaliando as aplicações da ciência e levando em conta as opiniões controvertidas dos especialistas (BRASIL, 2006, p. 115).

Os documentos oficiais vêm sofrendo reformulações até os dias atuais enfatizando o uso da história como instrumento de transformação no ensino. A exemplo, no Currículo da Cidade de São Paulo para o ensino de ciências, enfatizam-se cinco abordagens temáticas, entre elas, a contextualização social, cultural e histórica.

Segundo o documento, todo conhecimento científico é conjectural e está inscrito em contextos sociais, culturais e históricos. As ciências são uma atividade social e, por esse motivo, aspectos culturais e históricos encontram-se conectados aos conhecimentos científicos e aos modos de investigar e comunicar (SÃO PAULO (Cidade), 2017, p.75 e 76).

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), 2018, ressalta-se que aprender ciências da natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. O documento aborda a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia como fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimento humano e social. Percebe-se que

[...] a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (BRASIL, 2018, p.550).

Mas nesse ponto coloca-se uma questão importante, já que a HC está incluída nos documentos oficiais, por que ela ainda é pouco presente nas salas de aula? Discutiremos na próxima seção o que está presente em pesquisas sobre HC e ensino, seus desafios e propostas.

2.3 História da Ciência em pesquisas da área de ensino de ciências

Por volta de 1970, discussões entre os historiadores da ciência repercutiram junto à comunidade dos educadores em ciência. A intenção era aproximar a HC do ensino, entretanto houve opiniões contrárias. Alguns autores, Klein por exemplo, faziam críticas em relação à impossibilidade da HC ser levada à risca, em função da grande quantidade de informação histórica que haveria de ser apresentada no ensino de ciência, caso contrário seriam provocadas distorções da história, a pseudo-história. As abordagens desse tipo simplificam o processo de construção do conhecimento provocando falsas ideias sobre como a ciência funciona (BALDINATO e PORTO, 2008).

Havia outros pesquisadores preocupados com a abordagem que estava sendo feita nas escolas. Whitaker mencionou a necessidade de que os autores de materiais didáticos procurassem ensinar a HC como ela aconteceu, e não como ela deveria ter acontecido, ou como eles desejassem que houvesse acontecido (BALDINATO; PORTO, 2008).

Whitaker usou o termo quasi-história para abordagens nas quais os grandes cientistas não cometem erros, pois a historiografia expõe as ideias que foram aceitas e permaneceram no corpo de conhecimentos científicos. Para ele, abordagens desse tipo teriam como resultado o desinteresse do estudante pela ciência, já que desenvolveria a imagem do cientista como um gênio extraordinário, com quem o estudante não se identifica (BALDINATO; PORTO, 2008).

Ambas, pseudo-história e quasi-história, fazem referência à história *Whig*, tipo de anacronismo que narra acontecimentos com propósito de afirmar autoridade de grandes pensadores (FORATO, 2009).

Essas discussões se desdobraram nos anos posteriores com a preocupação de qual seria a concepção de ciência que se passaria aos alunos, uma imagem fictícia e moldada ou uma imagem com erros e incertezas reconhecendo a complexidade da ciência.

Então, nos anos 90, trabalhos como os de Matthews já demonstravam estar claro que as atividades do historiador da ciência e do educador em ciência são muito diferentes, por isso não poderiam ser julgadas pelos mesmos critérios.

Matthews (1995) não viu problemas em distorções da história. Para ele, elas seriam inevitáveis. O desafio seria preparar um material no qual essas distorções fossem atenuadas.

A tarefa da pedagogia é, então, a de produzir uma história simplificada que lance uma luz sobre a matéria, mas que não seja uma mera caricatura do processo histórico. A simplificação deve levar em consideração a faixa etária dos alunos e todo o currículo a ser desenvolvido. História e ciência podem tornar-se mais e mais complexas à medida que assim o exija a situação educacional (MATTHEWS, 1995, p.177).

Allchin (2004) foi um dos autores que discutiu sobre problemas de uma abordagem contendo pseudo-história. Para ele abordagens desse tipo contribuem para desenvolvimento de estereótipos e falsas ideias sobre como a ciência funciona. O autor acrescenta que é essencial aos professores a capacidade de reconhecer distorções históricas.

Porém, não é tão fácil reconhecê-las, pois como já discutido em estudo realizado por Gil-Peréz *et al.* (2001), os próprios professores têm concepções equivocadas sobre a construção do conhecimento científico. Na pesquisa, eles sintetizam as sete mais frequentes entre os professores. São elas:

- Empírico-indutivista e ateórica: atribui a essência da atividade científica à experimentação.
- Rígida (algorítmica, exata e infalível): apresenta “o método científico” como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente com tratamento quantitativo, controle rigoroso, exato e infalível.
- Aproblemática e ahistórica (portanto, dogmática e fechada): transmite-se os conhecimentos já elaborados sem mostrar os problemas que lhes deram origem, qual foi a sua evolução e as dificuldades encontradas.
- Exclusivamente analítica: Divisão parcelar dos estudos, caráter limitado e simplista.
- Acumulativa de crescimento linear: O desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo, ignora as crises, as remodelações profundas e desconhece crises entre teorias rivais.
- Individualista e elitista: Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes.
- Socialmente neutra da ciência: Esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções (GIL-PERÉZ *et al.*, 2001)

Logo, o cuidado está em direção aos relatos romantizados, personagens perfeitas, descobertas monumentais e individuais, *insight* tipo eureka, menção de apenas experimentos cruciais, senso do inevitável (trajetória óbvia), retórica da verdade *versus* ignorância, ausência de qualquer erro, interpretação aproblemática de evidências, simplificação generalizada das evidências e conclusões sem influências ideológicas (FORATO, 2009). Uma vez que esses são alguns exemplos de distorções que os professores devem evitar em materiais utilizados em aula.

Dessa maneira, como destaca Moura (2014), fica evidente a importância dos alunos e professores aprenderem e ensinarem não somente ciência, mas também sobre a ciência, entendimento que envolve compreender o que é denominado natureza da ciência.

“A natureza da ciência é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico” (MOURA, 2014, p. 32), incluindo questões: internas, como o método científico e externas, como a influência social. Pode-se considerar a compreensão da natureza da ciência um dos princípios fundamentais para

a formação de alunos e professores mais críticos e integrados com o mundo e a realidade em que vivem.

Essa compreensão é possível no ensino básico por meio da HC que tem como objetivo central apresentar uma visão a respeito da natureza da pesquisa e da construção do conhecimento científico que normalmente não é encontrado em livros didáticos (MARTINS, 2006).

Para o ensino de Química, Sá e Queiroz (2010) sugerem abordar a natureza da ciência por meio do método de estudo de caso como uma variante do método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou *Problem Based Learning* (PBL). O objetivo de abordagens baseadas nesse método concentra-se na aproximação dos alunos com problemas reais como sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem. Os casos são narrativas sobre dilemas, vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões a respeito de determinados assuntos. O conhecimento sobre o contexto do caso e com os seus personagens auxilia o aprendizado de conceitos científicos, o fomento ao pensamento crítico e à habilidade de resolução de problemas.

No que diz respeito aos estudos de casos históricos Stinner *et al.* (2003) acrescentam que por meio deles é possível o resgate do contexto em que se deu algum problema marcante na ciência destacando nessas narrativas aspectos da construção do conhecimento científico, como questões pessoais de cientistas, questões éticas, sociológicas, políticas, econômicas e religiosas.

Ainda de acordo com Stinner *et al.* (2003), um estudo de caso histórico se estrutura em três partes, são elas: contexto histórico, experimentos e ideias principais e implicações para a alfabetização científica e o ensino de ciências.

Allchin (2013) menciona como uma eficiente ferramenta para implementação de HC no ensino as *thinks*. A abordagem é baseada em questões de reflexão que envolvem elementos da natureza da ciência. Para o autor, as *thinks* podem ser contextualizadoras, motivadoras, esclarecer conceitos e desenvolver habilidades investigativas, já que articulam ensino investigativo e natureza da ciência.

Martorano e Marcondes (2012) apontam que a abordagem, de um determinado conhecimento científico, a partir HC pode “criar oportunidades para se explorar as principais características da construção da ciência, que são: o processo de construção das teorias científicas pelos cientistas, o papel da comunidade científica na aceitação ou rejeição destas

teorias e o processo da troca de uma teoria por outra” (MARTORANO; MARCONDES, 2012, p.30).

A inclusão de uma perspectiva histórica adequada no ensino promove uma noção melhor de como se dão os conflitos e consensos na produção do conhecimento, o que é fundamental para o ensino de ciências. Além de ser uma estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, modelos e teorias que motiva os alunos despertando interesse pela ciência (MARTINS, 2007), já que conecta os conceitos e ideias em estudo com os interesses do aluno (STINNER *et al.* 2003).

A partir dos episódios históricos há possibilidades de compreender as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade além de permitir perceber o processo social (coletivo) e gradativo da construção do conhecimento, promovendo uma visão mais correta da real natureza da ciência (MARTINS, 2006).

Forato *et al.* (2011) vai ao encontro de Martins (2006) sobre a HC ser a estratégia pedagógica mais adequada para discutir a natureza da ciência, podendo ser feita por meio de episódios históricos, já que esses desvendam os diferentes processos que levaram à construção de conceitos, e acrescentam sobre as dificuldades para construção de narrativas desse tipo, cercadas de desafios e obstáculos, pois trabalha-se com a complexidade histórica atrelada aos dilemas escolares como a formação de professores e materiais didáticos disponíveis e de boa qualidade.

Em pesquisa, Martins (2007) verifica como a maior dificuldade apontada por licenciandos, alunos de pós-graduação e professores para implementação da HC a falta de material didático adequado e a pouca presença desse tipo de conteúdo nos livros existentes e destaca também o tempo disponível para implementação de proposta desse tipo.

Pontos também compartilhados por Porto (2010) que retoma Bastos (1998) e aponta algumas dificuldades dos professores em lidar com o tema, na maioria das vezes por conta da qualidade das fontes que os educadores têm acesso. Nos materiais didáticos é comum encontrar argumentos divergentes à nova historiografia da ciência, como os que seguem:

Ignora as relações entre o processo de produção de conhecimentos na ciência e o contexto social, político, econômico e cultural; dá a entender que os conhecimentos científicos progrediram única e exclusivamente por meio de descobertas fabulosas realizadas por cientistas geniais; glorifica o presente e seus paradigmas, menosprezando a importância das correntes científicas

divergentes das atuais, a riqueza dos debates ocorridos no passado, as descontinuidades entre o passado e presente, etc; estimula a ideia de que os conhecimentos científicos atuais são verdades imutáveis (BASTOS,1998, p.43).

Na seção a seguir será discutido como se encontra a HC no material didático mais comum nas escolas, o livro didático (LD).

2.4 História da Ciência e os livros didáticos de Química

Martorano e Marcondes (2009) fizeram uma vasta pesquisa sobre as concepções de ciência nos LD voltados para Química. Foram analisados livros do período de 1929 até 2004. Constatou-se que até a metade da década de sessenta, os livros passavam uma visão bastante positivista da ciência, uma ciência focada no progresso, portanto, contínua e acumulativa que não mostrava os conflitos e problemas que ocorreram durante a construção do conhecimento científico.

As autoras problematizam as publicações de livros posteriores a esse período, afirmando que embora apresentassem uma visão um pouco mais coerente, ainda era forte a concepção empírico-indutivista nesses materiais. E alertam para o professor e o aluno sobre a não neutralidade na imagem de ciência que eles podem transmitir.

Um pouco depois, Vidal e Porto (2012) verificou que nos livros indicados no PNLEM 2007, dirigidos ao ensino de Química, não traziam aspectos de acordo com a nova historiografia da ciência. Nesses livros não havia uma dimensão humana quanto aos personagens da ciência.

Encontraram-se restrições a biografias enfatizando apenas nomes e datas, o que pode favorecer um estereótipo de cientistas como pessoas que trabalham isoladas. Nesses LD excluiu-se a importância de se mencionar a colaboração entre equipes na construção de uma ideia científica. Também não se encontrou menção de quais questionamentos conduziram determinada ideia científica, o que passa uma imagem de ciência isolada do meio social.

Vidal e Porto (2012) alegaram que Lavoisier, em grande parte dos materiais, ganhou título de pai da Química e Faraday como descobridor do fenômeno da indução eletromagnética. Alguns citavam a expressão ‘estava comprovado’, enfatizando uma característica de exatidão, visões já ultrapassadas de acordo com a historiografia atual.

Muitos livros não incluíram um encadeamento explícito de duas ou mais ideias científicas ocorridas em períodos distintos. Os trechos analisados pelo autor transmitiram uma

ideia linear, direta e acumulativa sobre a construção do conhecimento científico, como se o conhecimento fosse simplesmente melhorando com o tempo, como se não houvesse controvérsias e rupturas.

Os aspectos encontrados em muitos materiais didáticos favorecem ideias equivocadas do trabalho científico, referidas na seção anterior com o trabalho de Gil Perez *et al.* (2001).

Em relação ao conteúdo específico Quantidade de matéria, Franco e Reis (2017) verificaram a partir de livros indicados pelo PNLD 2015 características bem parecidas com as encontradas por Vidal e Porto (2012). Como por exemplo, a presença de trechos que reforçam a imagem do cientista solitário e a construção do conhecimento de caráter linear.

Isso mostra que apesar da pesquisa de Franco e Reis (2017) ser mais atual, os livros ainda carecem de uma abordagem historiográfica que contribua verdadeiramente aos objetivos reais da HC no ensino e não mais favoreça uma concepção ingênua sobre o fazer científico.

É interessante ressaltar que não basta somente um material didático de boa qualidade. Martorano e Santana (2019) realizaram uma investigação a respeito das pesquisas contidas na linha temática História, Filosofia, Sociologia na educação em ciências publicados na ata do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e foi constatado que mais da metade das pesquisas (58%) estão preocupadas em sugerir propostas para o ensino e analisar materiais didáticos com a abordagem HC. Entretanto, pouquíssimas propostas publicadas foram implementadas em sala de aula, das 14 propostas para o ensino básico, apenas 3 foram implementadas e das 7 para o ensino superior, somente 2 foram implementadas.

As autoras retomam Martins (2007) e enunciam que o crescimento de material didático em qualidade e em quantidade não é o único problema em relação à efetivação da HC no ensino. Há outras frentes como como os exames de vestibulares e os conteúdos exigidos pelas escolas, aos quais os alunos e professores se restringem. Além da questão crucial de como efetivar em sala de aula as propostas construídas. Nas palavras do autor:

[...] de nada adianta o conhecimento do conteúdo (ainda que esse conteúdo seja o histórico e filosófico) sem o conhecimento pedagógico do conteúdo. Se quisermos contemplar a HFC no ensino médio, devemos trazer esse debate metodológico para os currículos das licenciaturas, buscando uma maior integração com outras áreas do conhecimento, como a Pedagogia e a História (MARTINS, 2007, p. 127).

Assim, percebe-se a importância de pesquisas com propósito de preparar professores e elaborar materiais para tal abordagem. A seguir descreve-se o contexto que esta pesquisa emergiu, o PIBID, sobretudo o trabalho do subprojeto do PIBID na área de Química na UNIFESP.

2.5 Entendendo o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

A partir da Lei nº 11.502 de 2007, a CAPES recebeu as atribuições de fomentar a formação inicial e continuada de profissionais da educação básica e valorizar o magistério em todos os níveis de ensino.

Muitas ações foram estabelecidas, uma dessas foi a publicação do primeiro edital sobre o PIBID, uma ação conjunta entre a CAPES, MEC e FNDE. Este edital destacou que o programa se destinava a estudantes de licenciatura de instituições federais, com intuito de prepará-los para atuar na educação básica pública.

As atuações deveriam ocorrer por meio de projetos, elaborados pelas instituições de ensino superior e selecionados pela CAPES, os quais poderiam conter subprojetos e precisariam cumprir objetivos, como: incentivar a formação de professores para educação básica, incentivar estudantes que optaram pela carreira docente, aproximar a educação superior e educação básica, melhorar a qualidade da educação superior e da educação básica, fomentar experiências metodológicas e práticas docentes de caráter inovador, valorizar o espaço da escola pública e proporcionar aos estudantes de licenciatura participação em ações articuladas com a realidade local da escola (BRASIL, 2007).

Os projetos eram financiados por meio de concessões de bolsas, para alunos de licenciatura, professores das instituições de ensino superior (os coordenadores) e professores de educação básica (os supervisores), esses deveriam atuar nas escolas onde os projetos seriam desenvolvidos, além de atuarem como co-formadores para os alunos da licenciatura.

O programa foi regulamentado em 2010 e os editais posteriores trouxeram algumas ampliações sinalizando a expansão do programa. Em 2013 a Lei nº 12.796 alterou a LDB no artigo 62 e parágrafo 5:

A União, o Distrito Federal, os Estados e os Municípios incentivarão a formação de profissionais do magistério para atuar na educação básica pública mediante programa institucional de bolsa de iniciação à docência a estudantes

matriculados em cursos de licenciatura, de graduação plena, nas instituições de educação superior (BRASIL, 1996, p. 42-43).

Assim, o PIBID passa a ser um programa de política pública, sendo assim um direito do estudante de licenciatura ter uma formação por meio do PIBID.

Em síntese, o programa defende uma formação voltada para sala de aula, Shulman apud Nascimento *et al.* (2016) destaca o papel do aprendizado por meio da experiência, sendo indispensável para o professor em formação o contato com o cotidiano escolar.

Um ponto crítico na formação de professores são os estágios, efetivando-se como mera observação, já que participação dos licenciandos em atividades de ensino depende das circunstâncias e da disponibilidade das escolas e maioria dos cursos não têm projetos institucionais de estágios em articulação com as redes de ensino (GATTI, 2016).

É neste contexto que o PIBID renova uma semente para resgatar o lugar da profissão docente, um espaço na universidade que assume como missão a formação de professores e nele se procure fazer exatamente o que se faz na prática escolar (NÓVOA, 2014).

Entendendo a importância desse espaço a UNIFESP, *campus* Diadema, desenvolveu o PIBID em quatro áreas para o ensino médio, são elas, Biologia, Física, Matemática e Química e a área de Ciências para o ensino fundamental. No próximo tópico trataremos sobre subprojeto de Química, no qual foram desenvolvidas atividades na interface HC e ensino.

2.5.1 História da Ciência e o PIBID Química UNIFESP

O interesse nesta pesquisa seria partir de uma situação real na qual se pudesse investigar os obstáculos na elaboração de uma proposta baseada em HC e observar a complexidade da implementação da mesma em sala de aula.

Por conta disso, enxergou-se no subprojeto PIBID Química UNIFESP um ambiente para realização desta pesquisa, em razão da proposta deste ser sobre HC no ensino médio, com a elaboração e implementação de SAT para escolas públicas.

O projeto com base em HC iniciou em 2014 e teve fim em 2017. Durante esse período participei das atividades do grupo, inicialmente como bolsista e depois como voluntária.

A abordagem por meio de SAT foi uma iniciativa da professora coordenadora com finalidade de organizar a dinâmica em sala de aula evitando visitas isoladas à escola e

ênfatizando a HC com auxílio de estratégias para o ensino de Ciências, entre elas: elaboração de textos, atividades lúdicas e experimentação.

As SAT foram elaboradas pelos bolsistas (coordenadora, supervisora, alunas e alunos da licenciatura) e voluntárias (alunas da licenciatura sem bolsa), obedecendo ao plano de ensino das escolas parceiras, seguindo recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 2002), embasadas em leituras e discussões de textos e auxiliadas por apresentações de seminários, realizadas pelos bolsistas durante reuniões semanais.

Esquematizou-se, no quadro 1, a estrutura das SAT que foram elaboradas a partir do conhecimento dos alunos e das condições da escola parceira do projeto. Conhecido o tema e os conteúdos a serem trabalhados, que foram eleitos antecipadamente pela professora supervisora e pelos bolsistas, partiu-se para as etapas da SAT.

Quadro 1: Estrutura de uma Sequência de Aprendizagem Temática

Estrutura das SAT	Atividades
Etapa inicial: Conhecer os alunos e a escola	Questionário diagnóstico: tem objetivo de conhecer o que os alunos trazem do senso comum, saber o nível de aprofundamento em conteúdos de Química e em aspectos da natureza da ciência, essa etapa indica o ponto de partida para as próximas atividades.
Segunda etapa: Desenvolvimento da SAT	Pretende-se desenvolver aspectos da natureza da ciência a partir da HC a fim de auxiliar a aprendizagem dos conteúdos exigidos pela professora, respeitando as normas da escola e os documentos oficiais levando em conta a nova historiografia, usando recursos adequados para o ensino de Química em nível médio (teatros, textos, jogos, filmes, oficinas, experimentação e software)
Última etapa: Finalizando a SAT	Com um questionário final pode-se procurar: avaliar o aprendizado, realizar auto avaliação e avaliar o material didático.

Fonte: Autora.

Cada SAT trabalhou um contexto histórico diferente, trazendo ao conhecimento dos alunos aspectos da natureza da ciência e como consequência a aprendizagem de um ou mais conceitos de Química.

Foram produzidas, no período mencionado, a SAT Dalton, SAT Arquimedes, SAT Lavoisier, SAT Avogadro, SAT Alquimia, SAT Rutherford, SAT Orgânica, e SAT Eletroquímica. Todas as sequências foram implementadas em turmas do ensino médio de escolas do município de Diadema – SP.

Na próxima seção, descreveremos como se delineou a escolha dos dados da pesquisa dentro da grande quantidade de material que o grupo dispunha nesses quatro anos de pesquisa e trabalho em sala de aula.

3. OS DADOS E OS CRITÉRIOS DE ANÁLISE

O projeto de pesquisa para esta dissertação foi elaborado em 2016 a partir das atividades do PIBID e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Unifesp, e aprovado com o CEP Nº 7762220816 (Apêndice 4, p. 143).

3.1 Critérios de escolha das SAT

Foi possível acompanhar as discussões, a construção e a implementação na escola de algumas SAT. O PIBID Química dispunha de uma grande quantidade de dados para análise, desde a elaboração das SAT até as respostas dos alunos a elas.

Para melhor aproveitamento desses dados escolheu-se trabalhar com a análise das atividades feitas pela professora do ensino básico junto aos alunos de graduação, descartando os dados obtidos nas escolas vindo dos alunos do ensino médio.

Para escolha da SAT a ser analisada nesta pesquisa indagou-se sobre quatro critérios, procurou-se uma SAT:

1º Completa, que fosse possível resgatar todas as atividades nelas inclusas.

A SAT Dalton, a SAT Arquimedes, a SAT Lavoisier, a SAT Avogadro, a SAT Alquimia, a SAT Rutherford e a SAT Orgânica encontraram-se completas. As atividades que as compunham puderam ser resgatadas por meio das mídias do projeto, como *Google Drive* e pelo *Facebook*³ nas publicações das atas das reuniões, essas mídias são mantidas pelo grupo.

Nessas publicações, foi possível ter acesso ao processo de montagem das SAT, fotos e vídeos do trabalho nas escolas e os relatórios anuais dos bolsistas, nos quais foi possível encontrar as SAT de maneira completa e organizada.

A SAT Eletroquímica encontrou-se incompleta, não estava em sua totalidade disponível nas mídias do grupo, essa sequência ainda estava em processo de construção na data da busca.

2º SAT que a pesquisadora tivesse assistido todas as reuniões/discussões de construção e acompanhado a implementação nas escolas.

³ Grupo PIBID Química UNIFESP: <https://www.facebook.com/groups/785965238085129/>

Como bolsista durante o ano de 2014 e voluntária do projeto nos anos seguintes foi possível acompanhar algumas atividades como a SAT Dalton, a SAT Arquimedes, a SAT Alquimia e a SAT Orgânica. Essas foram integralmente acompanhadas desde as reuniões semanais para construção até as implementações nas escolas.

A SAT Lavoisier, a SAT Avogadro e a SAT Rutherford não foram acompanhadas, por conta de indisponibilidade de horário. A SAT Eletroquímica foi parcialmente acompanhada, já que, como mencionado estava em fase de construção até a data de finalização de coleta de dados.

3º Que não tivesse passado por nenhuma análise em relação a abordagem histórica.

As SAT carecem dessa análise, de acordo com relatos do grupo a necessidade das escolas em relação ao apoio em sala de aula é tamanha que não houve tempo para uma análise mais concreta do material que estava sendo produzido.

Na maior parte do tempo os bolsistas e professores voltavam-se para resolver as ausências de abordagens mais criativas, diferentes das tradicionais e da apostila fornecida pela escola, essas mais viáveis para as professoras em vistas as condições da escola.

4º Que não houvesse publicação em sua forma integral, salvo publicações de algumas atividades de forma fragmentada.

Para encontrar essas informações pesquisou-se no currículo *lattes* da coordenadora do projeto, porque todos os trabalhos eram revisados pela mesma e levaram sua referência.

A SAT Dalton (MARTORANO *et al.*, 2014), SAT Arquimedes (REIS *et al.*, 2015), SAT Lavoisier (WALERIO *et al.*, 2014) e SAT Avogadro (NOGUEIRA *et al.*, 2015) tiveram trabalhos publicados com a descrição das SAT de forma integral.

Descrevendo atividades desmembradas da sequência encontraram-se algumas publicações. Em relação a SAT Dalton houve um trabalho fazendo a análise da aplicação de uma atividade lúdica sobre modelos (SANTANA *et al.*, 2015), sobre SAT Alquimia uma descrição de atividade teatral (GUILGER *et al.*, 2016) e uma análise de desenhos do questionário diagnóstico (WALERIO *et al.*, 2016), no que se refere a SAT Rutherford

encontrou-se a descrição de uma atividade lúdica (CERIDORIO *et al.*, 2016) e na SAT Orgânica também deparou-se com uma análise sobre questionário diagnóstico (MITAMI *et al.*, 2017). Sobre a SAT Eletroquímica não se encontraram trabalhos publicados.

A partir da investigação sobre os critérios restaram duas SAT, Alquimia e Orgânica. A SAT Alquimia foi escolhida por conta da singularidade da situação. Refletiu-se sobre a dificuldade durante as reuniões para encontrar material adaptado ao ensino básico, por tratar de um tema complexo no ensino, um tema que estava mais propenso à pesquisa.

Fica evidente na SAT Alquimia a procura por se abordar aspectos históricos durante grande parte das atividades. Em contrapartida, a SAT Orgânica teve a história de maneira mais pontual, ou seja, com ênfase em apenas uma atividade, na qual fazia-se referência aos boticários, a SAT Orgânica teve uma tendência maior para a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Apesar disso, decidiu-se também realizar um estudo sobre a SAT Orgânica

Considerou-se o termo qualitativo para designar os dados considerando a pesquisa de caráter exploratório, pois visou-se proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses e procurar aprimoramento de ideias (GIL, 2002).

Pode-se considerar a análise das SAT como estudos de caso, uma forma de investigação que enfatiza o conhecimento do particular, no qual o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos num contexto da vida real. Ele não depende exclusivamente dos dados etnográficos ou de observadores participantes, inclusive pode-se realizá-lo sem se deixar a biblioteca, dependendo do tópico a ser utilizado (YIN, 2001).

Além disso, André (2015) afirma que o interesse do pesquisador, ao selecionar um determinado caso, é compreendê-lo como uma unidade, isso não impede, porém, que ele esteja atento ao seu contexto e às suas inter-relações como um todo orgânico, e à sua dinâmica como um processo, uma unidade em ação.

Para análise levou-se em conta, além das atividades das sequências, as observações durante a construção e implementação das SAT. Apesar do aprofundamento nessas SAT, a preocupação será em vistas a proposições teóricas, e não a população ou universo em questão.

Não se pretende generalizar o caso, mas o objetivo da pesquisadora é expandir e generalizar teorias (YIN,2001).

Para melhor compreensão da questão de pesquisa, na próxima seção foi feita a descrição das SAT a serem analisadas o que favoreceu delinear os objetivos específicos da pesquisa.

3.2 Descrição da SAT Alquimia

Em março de 2015, na primeira reunião do grupo discutiu-se sobre o tema que seria trabalhado naquele ano. A professora supervisora iniciou descrevendo aos bolsistas e à coordenadora a escola: a direção, ambientes - como laboratório e salas de mídias, os horários, as turmas que ela trabalharia, destacando a série o perfil dos alunos, posteriormente ela expunha os conteúdos e assuntos que ela teria pretensão de trabalhar.

Houve o pedido de se trabalhar os conteúdos: elementos químicos, linguagem na Química e tabela periódica, já que a professora supervisora ministraria aulas para o primeiro ano do ensino médio. A coordenadora sugeriu que poderia ser trabalhado o tema Alquimia. Um dos integrantes do grupo já tinha realizado algumas pesquisas em relação ao tema, inclusive participou de Iniciação Científica com viés da Alquimia, e então com ajuda dele, iniciaram-se as pesquisas.

Os bolsistas iniciaram uma busca por artigos, filmes, documentários, livros e roteiros experimentais que pudessem fazer parte de uma SAT com os conteúdos indicados pela professora, possíveis diante dos recursos da escola e dos alunos, estivessem de acordo a nova historiografia e chegassem aos alunos por meio de abordagens adequadas para o ensino de Química em nível médio.

Alguns materiais foram levados na reunião seguinte, a supervisora e a coordenadora fizeram uma seleção e alguns artigos tornam-se seminários *O Alquimista Sendivogius e o Salitre*⁴, *Um debate seiscentista - A transmutação do ferro em cobre*⁵, *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*⁶, *Alquimiando a Química*⁷, *Sobre a utilização didática da*

⁴ PORTO, P. A. O Alquimista Sendivogius e o Salitre. *Química Nova na escola*, v. 8, p. 28-30, 1998.

⁵ PORTO, P. A. Um debate seiscentista - A transmutação do ferro em cobre. *Química Nova na Escola*, v. 19, p. 24-26, 2004.

⁶ GIL PERÉZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*. p. 125-153, 2001.

⁷ CHASSOT, A. I. Alquimiando a química. *Química Nova na escola*, v. 1, p. 20-22, 1995.

*História da Ciência*⁸ e *O conceito de elemento químico: da antiguidade a modernidade*⁹ foram artigos apresentados pelos bolsistas. Essas informações estão nas atas escritas pelos bolsistas e nos comentários das publicações no *Facebook* do grupo.

De acordo com a estrutura das SAT, descrita no tópico anterior, houve a necessidade de conhecer os alunos, então deu-se início a elaboração de um questionário diagnóstico (anexo 1, atividade 1, p. 89).

Nele, almejou-se saber o que os alunos traziam do senso comum sobre a Alquimia e para isso duas questões foram usadas, uma sobre pedra filosofal e outra sobre uma possível transformação de metais. Em relação a tabela periódica, foi questionado sobre o conhecimento de metais. No que se refere a concepção de elemento químico houve uma questão. Interessou-se também sobre a concepção de cientista e alquimista, e para isso foram pedidos a realização de desenhos.

Quando a segunda etapa da SAT começou, depois da leitura dos questionários respondidos pelos alunos, o objetivo foi trabalhar aspectos da natureza da ciência - a ciência é uma atividade humana, coletiva e dinâmica, os conceitos e teorias não são irrevogáveis e são influenciados pelo contexto social, cultural e político além de terem influência das crenças pessoais e imaginação.

Esses aspectos foram trabalhados por meio da HC com auxílio de estratégias para o ensino de Química. Trabalhou-se com uma apresentação teatral acompanhada pela leitura do texto ‘Os alquimistas e seu labor’ (anexo 1, atividade 2, p.90). A encenação do alquimista fictício *sir Nickel Hans Gilcher* foi realizada sem roteiro pelo bolsista que já havia estudado sobre o tema. O texto foi elaborado pelos bolsistas com ajuda da professora Dra. Thaís C. M. Forato a partir de Alfonso-Goldfarb (2001)¹⁰ e Forato (2006)¹¹.

O objetivo da encenação foi proporcionar uma visão geral do pensamento alquímico e do contexto histórico vivenciado pelo personagem, com ênfase para as diferenças culturais, políticas e filosóficas entre o alquimista e o contexto atual vivido pelos alunos. Tal abordagem

⁸ PEDUZZI, L. O. Q. *Sobre a utilização didática da História da Ciência*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 151–170.

⁹ OKI, M. C. M. O Conceito de Elemento, da Antiguidade à Modernidade. *Química Nova na Escola*, v. 16, p.21 – 25, 2002.

¹⁰ ALFONSO-GOLDFARB, A. M. *Da Alquimia à Química*. São Paulo: Landy, 2001.

¹¹ FORATO, T. C. M. Os “poderes ocultos” da matéria e a gravitação universal. *Scientific American. História: Os grandes erros da ciência*. 6: 38-43, 2006.

permitiu um debate muito rico sobre a natureza da matéria, iniciando a discussão sobre o conceito de elemento. Após essa apresentação foi realizada a leitura do texto em busca de organizar as ideias ditas na encenação.

Após os alunos terem acesso a esse breve contexto alquímico, trabalhou-se com um outro texto. Esse tratou do conceito de elemento em diferentes períodos históricos e foi acompanhado da construção de uma linha do tempo e um experimento.

O texto foi adaptado de Oki (2002) e o experimento do site Ponto Ciência¹². No texto pôde-se observar um apanhado histórico mais amplo que o do texto anterior, visando dar sequência à discussão do conceito de elemento (já introduzido na encenação).

O texto foi dividido e aplicado em três partes: *Elementos* (anexo 1, atividade 3, p.91), *Os elementos, continuando a sua história...* (anexo 1, atividade 4, p.92) e *Os Elementos, finalizando a sua história* (anexo 1, atividade 6, p.95). As leituras foram acompanhadas pela construção de uma linha do tempo (anexo 1, atividade 7, p. 96), a cada texto lido foi possível montar uma parte da linha do tempo.

Na segunda parte do texto, quando veio à tona a ideia de transmutação realizou-se o experimento *Transmutação* (anexo 1, atividade 8, p.97), demonstrado pela professora supervisora com uso de moedas de um e cinco centavos. A finalidade do mesmo foi levar aos alunos a discussão sobre reações Químicas e traçar um paralelo com o pensamento alquímico, defrontando-o posteriormente com a explicação atual da Química para o ocorrido.

Depois dessas atividades, os alunos entraram em férias, ao voltarem procurou-se retomar alguns pontos vistos até aquele momento. A partir de uma apresentação em slides *Do que é feita a matéria? Uma questão elementar* (anexo, atividade 8, p. 97) foi feita essa revisão. A apresentação buscou relembrar os conceitos vistos nos textos aplicados anteriormente e ao mesmo tempo enfatizar a mudança de significado que a ideia de elemento foi sofrendo no decorrer do tempo. Outros aspectos da aula incluíram a importância dos gregos para a filosofia e a cultura ocidental. As referências para elaboração da apresentação foram as mesmas dos textos anteriores.

Ao passar por essa revisão iniciou-se o estudo sobre a tabela periódica. Realizou-se a leitura de texto sobre o desenvolvimento da mesma *A História da Tabela Periódica* (anexo 1,

¹² <http://pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=154#top>

atividade 9, p.105) adaptado de um *site*¹³ que discute a sua construção. Esse texto foi acompanhado de uma atividade lúdica, *Quebra-cabeça da tabela periódica* (anexo1, atividade 10, p.106), com objetivo de entender a organização dos elementos na tabela.

A última atividade da segunda etapa da SAT foi o jogo *Descobrimos a tabela periódica* (anexo1, atividade 11, p.107), elaborado pelos bolsistas. A proposta do jogo foi revisar e sintetizar pontos e conceitos vistos na SAT Alquimia.

A terceira e última etapa da sequência foi o questionário final (anexo 1, atividade 12, p.110). Constituído por quatro questões dissertativas a fim de saber se SAT foi capaz de acrescentar ou modificar algumas visões percebidas inicialmente sobre os temas discutidos ou até oferecer uma visão para quem deixou questões em branco e verificar se os alunos puderam compreender os conceitos estruturantes elemento químico e tabela periódica a partir dessa abordagem histórica.

3. 3 Descrição da SAT Orgânica

No segundo semestre de 2016, a escola parceira do PIBID estava trabalhando um projeto com hortas dentro dos espaços verdes da escola. Os alunos participaram das atividades de plantio, manutenção e colheita das plantas. Então, a professora supervisora sugeriu aos bolsistas a construção de uma SAT para a terceira série do ensino médio que incluísse a horta e informou que as turmas já haviam iniciado estudos sobre Química orgânica.

O grupo iniciou discussões e surgiu a ideia de abordar a questão histórica a partir dos boticários juntamente com o estudo da composição das plantas da horta da escola e para isso abordar conteúdos de Química orgânica. Também foi mencionada a questão das drogas, um tema que chamaria a atenção dos alunos.

Para saber o ponto de partida da SAT, foi construído o questionário diagnóstico. Nele, as perguntas buscaram conhecer o que os alunos conheciam sobre Química orgânica, funções orgânicas, plantas medicinais e sobre os boticários (anexo 2, atividade 1, p.111). Ao fazer a leitura dos questionários, o grupo se dividiu e duplas ficaram responsáveis por diferentes atividades: texto histórico, oficinas e jogos.

¹³ <http://www.tabelaperiodicacompleta.com/historia-da-tabela-periodica>

Iniciou-se a segunda etapa da SAT com o viés histórico, elaborou-se o texto *Dose Certa* (anexo 2, atividade 2, p.112) que foi construído a partir de Diez Del Corral *et al.* (2009)¹⁴ e Eco (1983)¹⁵, juntamente a ele foram selecionados dois trechos do filme *O Nome a Rosa* para serem exibidos aos alunos. O texto apresenta uma sucinta visão sobre a fabricação dos remédios, desde os boticários até os farmacêuticos, incluindo influências dos jesuítas e índios nativos para desenvolvimento da área.

Para apoiar a discussão sobre o texto e os trechos do filme, o grupo elaborou uma apresentação em *slides* (anexo 2, atividade 4, p.114). A mesma iniciou-se com a problematização da dose, diferença entre remédio e veneno, retomando uma passagem do livro de Eco (1983). Explicou-se o fato do filme ser uma adaptação do livro, apresentou-se alguns personagens e descreveu-se os equipamentos mostrados nos trechos do filme, esclarecendo como seria o ambiente de trabalho no preparo dessas doses.

As próximas atividades foram as oficinas, a primeira a ser feita foi a oficina dos cosméticos (anexo 2, atividade 5 e 6 página 119 e 120), preparou-se creme de hortelã e creme de babosa, ambos para pele, utilizando as matérias-primas da horta da escola. A oficina seguinte foi a da comida (anexo 2, atividade 7, p.121). Preparou-se tabule com os ingredientes colhidos na escola.

Posteriormente organizou-se uma atividade lúdica para conhecimento das moléculas das ervas da horta. Os alunos conheceram a estrutura molecular de componentes das plantas da horta, como poejo, hortelã e salsa. Ao terem familiaridade com essas estruturas, os alunos foram orientados a montar as moléculas com auxílio de palitos de dentes e jujubas (atividade 8).

Para finalizar a segunda etapa da SAT, os alunos jogaram o *De cara com as funções orgânicas* (anexo 2, atividade 9, p.122). Jogo foi elaborado pelos bolsistas do PIBID baseado no jogo caca a cara, objetivo foi revisar conceitos sobre funções orgânicas.

A atividade final foi uma intervenção artística elaborada pelos alunos, ao invés de responderem um questionário eles puderam se expressar cantando ou desenhando o que eles tinham aprendido ao longo das semanas anteriores.

¹⁴ DIEZ DEL CORRAL, F. S; SOUZA, M. L. A.; NEGRÃO, O. L. Do boticário ao farmacêutico: o ensino de farmácia na Bahia de 1815 a 1949. Salvador, EDUFBA, 2009.

¹⁵ ECO, U. *O Nome da Rosa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira S/A, 1983.

Considerando essas informações, na próxima seção apresentaremos os critérios para análise das SAT.

3.4 Critérios para análise das SAT

Os caminhos percorridos nesta pesquisa indicaram como instrumento de análise os parâmetros propostos em Forato (2009). A autora tem como preocupação a adequação do produto do trabalho dos historiadores da ciência ao ensino de ciências, a tese está comprometida com a nova historiografia da ciência respeitando o ensino e tem como resultado pontos essenciais a serem discutidos numa proposta didática que é guiada por HC.

Pesquisas atuais (GOMES, 2015; CRUZ, 2016; BORGES, 2016; FORATO et al, 2017) utilizaram os parâmetros para elaborar materiais didáticos, organizar recorte histórico para sala de aula e fazer análise de atividades. Nas palavras da autora

Os parâmetros se apresentam na forma de obstáculos e propostas de enfrentamento abordados e analisados teórico e empiricamente, como etapas a serem percorridas na direção da sala de aula. Essas etapas não seguem sempre necessariamente uma sequência orientada, pois algumas delas ocorrem simultaneamente e exigem tomadas de decisões conjuntamente.... Sem a pretensão de se tornarem “receitas de sucesso” ou regras a serem seguidas, os pontos a seguir parecem constituir indicadores capazes de guiar um processo de transposição didática para o uso da história da ciência (FORATO, 2009, p.190).

Em síntese, seguem o que indicam os parâmetros:

Primeiro parâmetro - Estabelecer os propósitos pedagógicos objetivados.

Para autora, inicialmente é necessário esclarecer o que se pretende com a proposta, quais os objetivos almejados com a abordagem idealizada. Quais conceitos científicos? Quais aspectos da natureza da ciência? E Quais habilidades e competências se almeja?

Segundo parâmetro - Estabelecer qual concepção de ciência será adotada e os aspectos epistemológicos que serão trabalhados. A escolha do tema e as primeiras ideias sobre os textos e atividades a serem organizadas.

É importante destacar que para definir esse parâmetro deve-se conhecer o contexto escolar de aplicação: o propósito pedagógico visado; o tempo disponível; o nível de escolaridade enfocado e os pré-requisitos dos alunos nos saberes envolvidos na proposta. Dessa maneira, é possível a eleição do tema e dos conteúdos históricos mais adequados, esses devem favorecer o desenvolvimento de atividades, participação ativa e autônoma dos estudantes.

Forato (2009) aponta para o primeiro desafio na seleção dos aspectos a enfatizar ou a omitir de cada conteúdo histórico. É neste momento que as recomendações historiográficas devem ser levadas em conta, no sentido de evitar distorções advindas de relatos excessivamente superficiais. Alerta-se para a impossibilidade de tratar um recorte histórico e discuti-lo em seus detalhes como recomendável em trabalhos especializados. Se houver omissões torna-se importante confrontá-las com os demais objetivos, isso permitirá verificar se alguma omissão será prejudicial para outros aspectos abordados.

Em relação aos textos e atividades é importante atentar-se ao nível de detalhamento do contexto não científico e aos aspectos científicos, ambos precisam caminhar para o equilíbrio, assim evita-se a influência de visões distorcidas sobre o fazer científico.

Terceiro parâmetro: Enfrentar, de modo geral, a falta de pré-requisitos dos alunos em relação ao conhecimento matemático, físico, histórico, epistemológico ou filosófico.

A partir da pesquisa, a autora afirma ser possível contornar, na maioria das vezes, esse problema, a menos que haja tempo didático indisponível para trabalhá-los. Ela assegura ser possível lidar com a situação recorrendo a atividades variadas, demonstrações ou a realização de experimentos e animações em vídeo.

Porém, destaca

[...] que esses recursos podem ser úteis apenas para contornar alguns obstáculos. eles constituem, em conjunto, uma solução pontual, perene, aparentemente válida quando os principais objetivos pedagógicos visados não estão em jogo. Tal solução pode, eventualmente, auxiliar com conteúdos de apoio, mas não seria adequada para focar os principais conceitos pretendidos. Seria interessante ponderar essa proposta no confronto com as partes e com o todo, pois algumas soluções pontuais podem comprometer outro aspecto da estrutura que se busca construir. (FORATO, 2009, p.192)

Quarto parâmetro: Definir o nível de profundidade de alguns aspectos epistemológicos.

Nas palavras da autora

Uma proposta visando discutir a natureza da ciência no ensino médio provavelmente requererá o entendimento de conceitos como hipóteses, teorias, argumento, e não parece adequado admitir como pressuposta seu domínio pelos alunos. A definição do nível de profundidade de alguns aspectos epistemológicos e a sua posterior formulação discursiva envolvem o conhecimento de novos conteúdos e seus respectivos vocabulários. Alguns desses conceitos e vocabulários podem ser compreendidos pelos alunos sem serem formalmente definidos. Utiliza-los corretamente nas atividades, nas apresentações, nas explicações do professor, em conjunto com a formulação do texto, poderá auxiliar o aluno compreendê-los. (FORATO, 2009, p.193)

Quinto parâmetro: Atenção a opção pelo uso de fontes primárias em materiais didáticos voltados ao ensino médio.

Indica-se, ao optar pelo uso de fontes originais, a interação do aluno com essas passagens ser acompanhada por alguém que conhece minimamente o contexto de trabalho do autor para conduzir uma interpretação diacrônica. Todavia, compreendo a escassez em relação a formação de professores para HC, a autora aconselha, quando há o uso de excertos de fontes primárias, a escolha de trechos não demasiadamente longos que despertem o interesse e que sejam acompanhados de explicações, para auxiliar sua interpretação e atentando para possíveis preconceitos com relação aos vocabulários, conceitos da ciência e valores de outras épocas (FORATO, 2009).

Sexto parâmetro: Tratar diacronicamente conteúdos da HC de difícil compreensão na atualidade.

Recomenda-se ter claro as facetas do anacronismo, já que, ao trabalhar aspectos da natureza da ciência, os alunos podem considerar ridículos ou estranhos certos conceitos, pressupostos e metodologias importantes em outros momentos da HC, mas descartados da ciência atual.

Nesse sentido, outro obstáculo a enfrentar é compreender adequadamente diferentes concepções de ciência e pensadores de distintas épocas, a validade

de seus critérios, convicções e valores. O anacronismo manifesta-se ainda como crença sobre o fracasso das teorias do passado ser justificado pelo atraso científico daqueles períodos. (FORATO, 2009, p.193)

Sétimo parâmetro: Lidar com as concepções ingênuas sobre história e epistemologia da ciência.

Essas concepções, descritas em Gil-Peréz (2011), estão presentes no cotidiano dos alunos, são veiculadas pela mídia e perpetuadas no ensino de ciências, manifesta-se também como uma possível concepção previa dos estudantes e professores sobrevalorizando a capacidade da ciência atual em resolver todos os problemas. A autora recomenda articular provocações para motivar os alunos a questionar essas antigas crenças. (FORATO, 2009)

Oitavo parâmetro: Lidar com a falta de formação do professor.

A autora afirma que algumas soluções propostas nos parâmetros anteriores envolvem lidar com a formação de professores e acrescenta a dificuldade de superar essa questão, nas palavras dela

É possível contornar em parte essa dificuldade recorrendo a estratégias pedagógicas presentes nos materiais de ensino, mas esse obstáculo não permite superação em pouco tempo. No caso de haver a possibilidade de preparar o professor que trabalhará com uma proposta específica, é importante discutir em detalhes todos os obstáculos possíveis de serem previstos. Desde as diversas manifestações de anacronismo, de concepções ingênuas, das ideias que se busca modificar e estão presentes no repertório do aluno e seu entorno social, até as possíveis dúvidas que surgirem sobre o conteúdo que se quer trabalhar. Algumas orientações podem ser dadas em detalhe no planejamento de uma intervenção pontual ou nas propostas de cursos mais longos. Por exemplo, discutir em maior profundidade e quantidade de exemplos do período histórico a ser trabalhado em reação ao que será tratado com os alunos. (FORATO, 2009, p.195)

Nono parâmetro: Decidir a quantidade de informação na forma de textos

Na maioria das vezes, os conteúdos da HC são sistematizados na forma de textos e muitos alunos não têm hábito de leitura. A quantidade depende de características intrínsecas a cada contexto envolvido, principalmente em relação ao tempo didático disponível. Recomenda-

se adotar uma linguagem coloquial de fácil compreensão e procurar despertar curiosidade desde que não se construam narrativas fantasiosas, whigs ou hagiográficas, desse modo, pode-se minimizar possíveis resistências. (FORATO, 2009)

Decimo parâmetro: conciliar extensão e profundidade.

Ao trabalhar com um recorte histórico pode-se ocasionar uma perda de temporalidade, ou seja, o estudante do ensino médio pode ter dificuldade em localizar o episódio focado em uma perspectiva histórica e por conta disso seria desejável conciliar extensão e profundidade. Uma sugestão para lidar com esse desafio é utilizar uma linha do tempo, na qual o aluno possa localizar o episódio estudado (FORATO, 2009).

Decimo primeiro parâmetro: Trabalhar conhecimentos histórico filosóficos atrelados aos pedagógicos.

Segundo a autora,

A elaboração de textos e a criação de atividades para tratar a história e a filosofia da ciência no ambiente escolar requerem mais que certo conhecimento dessas duas áreas. Não basta o texto ser absolutamente correto do ponto de vista historiográfico, se ele não “funciona” na sala de aula. Envolver os alunos nos temas propostos de modo a se aprimorar dos problemas não é a tarefa elementar. É necessário ter conhecimentos didáticos e certa familiaridade com metodologias educacionais para amparar a construção de propostas para o ensino de ciências. (FORATO, 2009, p.196)

Decimo segundo parâmetro: Problematicar cada mensagem acerca da natureza da ciência.

A problematização de cada mensagem acerca da natureza da ciência pretendida em distintas atividades pedagógicas e em diferentes conteúdos históricos é uma estratégia pedagógica que pode apresentar bons resultados, afirma a autora. Essa permite ao estudante confrontar-se com um mesmo conteúdo por meio de diferentes provocações e mediante situações didáticas diversas favorece a reflexão e o amadurecimento da relação entre o aluno e o saber (FORATO, 2009).

Quadro 2: Síntese dos principais objetivos dos parâmetros

Parâmetro	Breve objetivo
1º	Definir propósito pedagógico
2º	Definir concepção de ciência e aspectos epistemológicos
3º	Definir pré-requisito em relação aos conteúdos
4º	Definir nível de profundidade de conceitos
5º	Ponderar sobre o uso de fontes
6º	Refletir sobre anacronismo
7º	Refletir sobre concepções ingênuas de ciência
8º	Lidar com a falta de formação do professor
9º	Refletir sobre a quantidade de texto
10º	Refletir sobre extensão e profundidade
11º	Consolidar conhecimentos históricos e pedagógicos
12º	Problematizar mensagens acerca da natureza da ciência

Fonte: Autora.

3.5 A adaptação dos parâmetros para a análise

Como visto, Forato (2009) indica que para elaborar atividades relacionadas a HC alguns fatores são essenciais. Como nessa pesquisa os parâmetros foram usados para analisar uma sequência já pronta e implementada, foram feitas algumas alterações nesses parâmetros. Pôde-se sintetizá-los em três eixos a serem analisados: em relação ao planejamento e objetivos, aspectos historiográficos e a funcionalidade na sala de aula.

Planejamento e objetivos

Considerou-se o primeiro e o segundo parâmetro intrínsecos para iniciar a investigação. Esses dois tratam do momento inicial da proposta, sobre o levantamento de fatores em busca dos primeiros caminhos. Segue o esquema a seguir com os primeiros parâmetros adaptados na forma de questões.

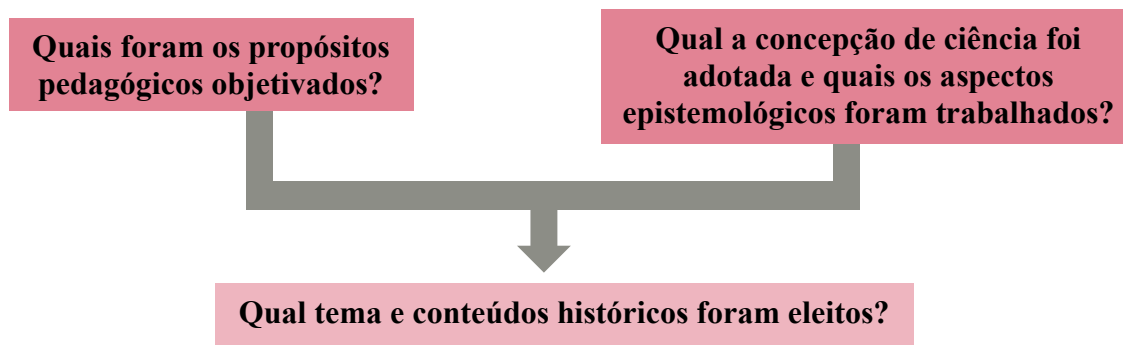


Ilustração 1: Parâmetro 1 e 2 na forma de perguntas.

Fonte: Autora.

O esquema mostra que é necessário investigar sobre os conceitos científicos, os aspectos da natureza da ciência e as habilidades e competências que foram trabalhadas na sequência. Assim como, identificar o tempo e o nível escolar de implementação. Fatores que provavelmente indicaram as possibilidades sobre o tema e os conteúdos históricos.

Aspectos historiográficos

Com a eleição do tema e dos conteúdos históricos a autora chama atenção para alguns pontos importantes a serem considerados quando se trabalha HC em sala de aula com objetivo de uma proposta eficaz visando minimizar distorções. Nesse momento é preciso se concentrar na abordagem histórica. Esses pontos também foram transformados em questões.

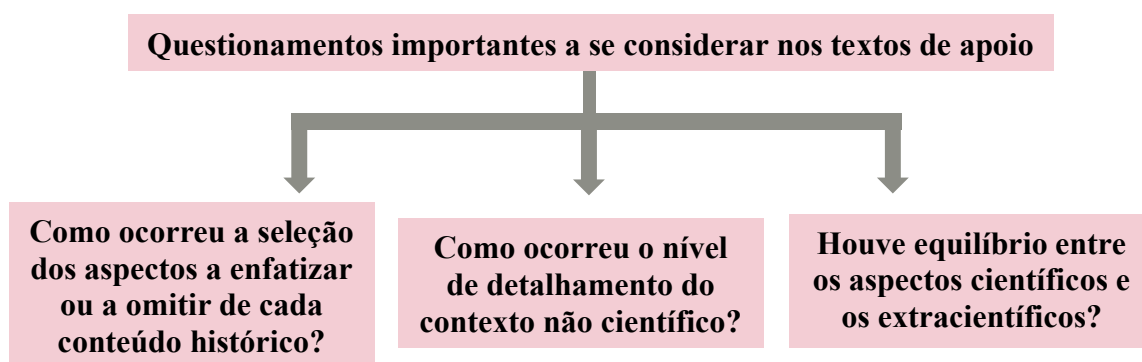


Ilustração 2: Questionamentos que emergem a partir dos dois primeiros parâmetros.

Fonte: Autora.

Esses questionamentos surgem por conta de dois problemas comuns ao se pensar na abordagem sobre HC no ensino básico: dificuldade de tratar um recorte histórico e discuti-lo em seus detalhes e distorções advindas de relatos excessivamente superficiais.

Funcionalidade na sala de aula

Posteriormente o momento da investigação passa para a fase de preocupação com a interação entre a proposta e os estudantes, é nesse momento que surgem mais alguns questionamentos.

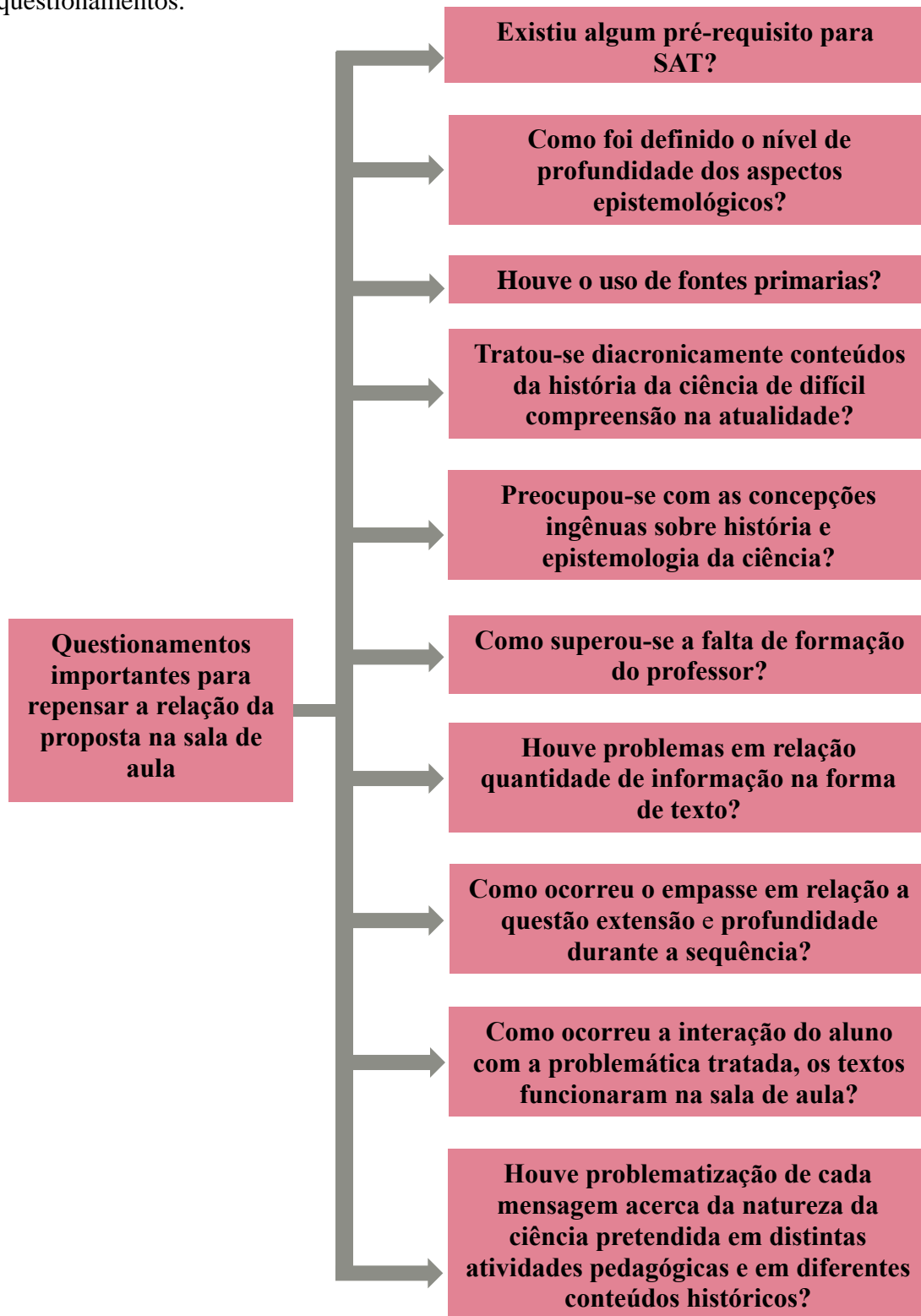


Ilustração 3: Parâmetros 3 ao 12 na forma de perguntas.

Fonte: Autora.

4. ANÁLISE A PARTIR DOS PARÂMETROS

4.1 Análise da SAT Alquimia

Inicialmente procurou-se conhecer os fatores cruciais ao se pensar em uma intervenção na escola, os objetivos (o que se pretende com a intervenção) e o público a quem ela se direciona. Esses fatores são sintetizados nos parâmetros/questionamentos a seguir.

- *Quais foram os propósitos pedagógicos objetivados?*

- Conceitos científicos

Em relação aos conceitos científicos, nas primeiras reuniões do PIBID foram mencionados três: elementos químicos, linguagem na Química (representações simbólicas) e tabela periódica.

Com a análise da SAT pôde-se notar, já no questionário inicial, a menção ao conteúdo transformações químicas (questão 1) e elementos químicos (questão 4 e 5). O conceito de concepção de matéria, elemento princípio e elemento químico vem a ser reforçado no decorrer das atividades 3, 4, 5, 6 e 7. Na atividade 5 há um aprofundamento no conceito de transformações da matéria (transformação química) por meio do experimento. É importante ressaltar que o conceito de átomo (modelo atômico) é mencionado de maneira superficial na atividade 8, que foi uma revisão (segundo a professora supervisora os alunos já teriam trabalhado estrutura atômica em aulas anteriores a SAT). Já nas atividades 9, 10 e 11 aborda-se o conceito de tabela periódica.

Após o acompanhamento na elaboração e implementação na escola e por meio do estudo da abordagem pode-se considerar importante concentrar a SAT em um conceito científico. A SAT alquimia permeou vários conceitos e por conta disso ela teve sua duração prolongada, mais que o planejado, o que pôde ter prejudicado a compreensão do conceito de elemento químico, já que no questionário final da SAT alguns alunos ainda permaneceram se apoiando na hipótese dos quatro elementos para responder algumas questões. Logo, seria interessante preparar um material para o conceito de elemento químico e outro para tabela periódica.

Os conceitos científicos almejados na SAT estão de acordo com a BNCC (2018) para o nono ano do ensino fundamental, o documento descreve como um dos objetos do conhecimento para esta série a estrutura da matéria (BRASIL, 2018, p. 350). Para o ensino médio pode-se

notar a retomada do estudo do conceito, estrutura da matéria, dentro da competência específica 1 (BRASIL, 2018, p. 554).

- Habilidades e competências

No que diz respeito as habilidades e competências a SAT nos indica a preocupação para com os alunos em relacionar informações e interpretar textos a fim de compreender a ciência como uma construção humana que sofre influências de diversos fatores.

O que vai ao encontro às competências e habilidades da BNCC para o ensino fundamental: *Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico* (BRASIL, 2018, p. 324). *Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica* (BRASIL, 2018, p. 351).

Para o ensino médio na BNCC as habilidades e competências relacionadas aos conceitos abordados na SAT giram em torno da sustentabilidade e das mídias digitais.

- Tempo

A SAT alquimia durou cerca de um semestre e meio. A intenção não era ficar tanto tempo trabalhando com a temática, mas as escolhas feitas pelo grupo renderam práticas extensas em sala de aula resultando em um maior número de aulas para concluir as atividades.

Como já mencionado, seria interessante focar em apenas um conceito científico, tomando ao máximo 10 aulas. Considerando que alunos do primeiro ano tenham 2 aulas de Química por semana, seria trabalhado uma temática por mês, dessa forma ficaria mais dinâmico para o aluno e para o professor.

E para os alunos do ensino fundamental II, nono ano, com 4 aulas semanais, teriam 16 aulas para trabalhar o conceito.

- Nível de escolaridade enfocado

A SAT Alquimia foi elaborada para turmas do primeiro ano do ensino médio. Entretanto, os conceitos científicos também podem ser abordados no nono ano do ensino fundamental II, pois estes fazem parte do currículo, como foi discutido ao analisar a BNCC nos itens anteriores (Conceitos científicos e Habilidades e competências) tomando-se somente o cuidado com o enfoque dado.

- *Qual a concepção de ciência foi adotada e quais os aspectos epistemológicos foram trabalhados?*

- Aspectos da natureza da ciência

Na atividade 2, os alunos começaram a conhecer os primeiros aspectos sobre a natureza da ciência a partir da HC. Pôde-se notar a importância das crenças pessoais e da imaginação nas pesquisas dos alquimistas. A atividade, apoiada no texto *Os alquimistas e seu labor* teve início com a apresentação teatral de um bolsista, esse explicou termos mais complexos do texto e instigou os alunos a refletirem sobre fatores da época. O bolsista era um personagem que chegava do passado para o presente. Na encenação, ficou clara a importância de não julgar um fato do passado com os conhecimentos atuais. No final da atividade, mencionou-se rapidamente a influência dos alquimistas em estudos de pesquisadores da ciência moderna.

Na atividade 3, abordou-se o conceito de concepção de matéria, elemento princípio e elemento químico no decorrer dos anos. Esses conceitos são sintetizados na atividade 7. Essas atividades almejavam chamar atenção para a construção humana e coletiva do conhecimento científico. O mesmo aspecto foi ambicionado na atividade 9 sobre a tabela periódica, a atividade 10 não abordou explicitamente nenhum aspecto da natureza da ciência e a 11 retomou os aspectos já mencionados nas atividades da sequência.

Em síntese, os aspectos da natureza da ciência mais notáveis na SAT foram: Ciência como atividade humana, coletiva e dinâmica, os conceitos e teorias não são irrevogáveis e são influenciados pelo contexto social, cultural e político além de terem influência das crenças pessoais e imaginação.

- Temática trabalhada

O grupo do PIBID decidiu que para abordar os conceitos científicos indicados pela professora com o viés histórico seria benéfico trabalhar com o tema Alquimia.

Como principais bases para essa abordagem na SAT tem-se os textos *Os alquimistas e seu labor* de Guilger e Forato e a adaptação do Artigo de Oki *O Conceito de elemento químico, da antiguidade à modernidade*. Ao trabalhar a questão histórica da tabela periódica o texto de apoio não tem origem de uma fonte histórica, foi adaptado de um site, sugeriu-se adotar como

fonte o texto *Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos* de Tolentino, Rocha – Filho e Chagas¹⁶.

Após acompanhar a implementação e reler o material recomenda-se reforçar o contexto da “passagem” da alquimia à química, pois, não ficou claro, nas atividades 2 e 3, 4 e 6 esse fato. Fica complexo para o aluno notar alguns fatores sobre essa passagem sozinho. A adoção do texto *A passagem da alquimia à Química: uma história lenta e sem rufar de tambores* de Alfonso-Goldfarb e Ferraz¹⁷ favorece a discussão.

Tendo em vista a identificação dos textos históricos utilizados, os parâmetros nos encaminham para os pontos críticos da abordagem histórica.

- *Como ocorreu a seleção dos aspectos a enfatizar ou a omitir de cada conteúdo histórico?*

A temática histórica sobre alquimia compreende um período extenso. O que seria inviável trabalhar em uma sequência didática para o ensino básico. O que indica a omissão de muitos fatores em relação à alquimia.

A atividade 2 mostra que o grupo procurou abordar a questão do alquimista para então os alunos compreenderem o que seria a alquimia. Pode-se destacar que no questionário inicial, aplicado pelo PIBID, os alunos demonstraram não ter ideia do que significava o termo “alquimista”. Logo, a atividade 2 foi estruturada de maneira a levar os alunos ao contexto dos alquimistas (o fazer dos alquimistas estava intrinsecamente ligado as preocupações em relação à melhoria do bem-estar da vida) para então citar fatores essenciais para entender o que seria a alquimia. Enfatizou-se aspectos místicos (em relação aos mistérios, códigos e símbolos usados pelos alquimistas) principalmente na apresentação teatral.

Nas atividades 3, 4 e 6 há a preocupação em desenvolver o conceito científico de estrutura da matéria com início nas primeiras ideias sobre a constituição da matéria pelos

¹⁶ TOLENTINO, M.; ROCHA – FILHO, R. C.; A. P. CHAGAS. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química Nova*, 20(1) (1997). Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v20n1/4922.pdf>>. Acesso em 24 março 2019.

¹⁷ ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M.H. M. A passagem da alquimia à química: uma história lenta e sem rufar de tambores. *Revista Eletrônica de Jornalismo Científico-Com Ciência*, 2011. Disponível em <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=68&id=865>>. Acesso em 24 março 2019.

alquimistas. Desenvolvendo o conceito de elemento princípio e elemento químico por vários pesquisadores.

A linha do tempo, atividade 7, vem para reforçar essa construção do conceito. Segundo Forato (2009), uma linha do tempo contextualizada pode auxiliar na questão de extensão verso profundidade. No caso da intervenção, a linha do tempo usada não estava contextualizada podendo passar a impressão de conhecimento acumulativo. Recomenda-se o uso de uma linha do tempo com fatos históricos para assim os alunos se localizarem cronologicamente.

É importante salientar que em algumas turmas houve a necessidade de explicar o que seria uma linha do tempo, muitos alunos não tinham claro a ideia dos períodos históricos. Apresentar uma linha do tempo antes de toda a abordagem planejada seria uma boa estratégia para os alunos compreenderem melhor os conteúdos históricos trabalhados.

O maior problema, com o uso da linha do tempo, foi que tentou-se explicar muitas teorias em um espaço de tempo pequeno, deixando-se, portanto, de explorar as controvérsias existentes.

Apesar do texto sobre a tabela periódica (atividade 9) não ter sido extraído de uma fonte histórica segura, por exemplo, um artigo científico, percebeu-se a preocupação em se mencionar vários nomes de pesquisadores e suas teorias que contribuíram para classificação periódica, indicando uma preocupação em enfatizar a construção coletiva do conhecimento.

- *Existe algum pré-requisito para SAT?*

A SAT foi construída com a intenção de não haver pré-requisito em relação aos conceitos científicos e históricos. Entretanto, há a necessidade de se conhecer a estrutura básica do átomo, pois essa informação serve como base para entender o conceito atual de elemento químico. Não houve problemas quanto a essa exigência, já que a professora supervisora havia relatado que o conteúdo anterior trabalhado com os alunos abordou esse conceito.

Além disso, na proposta houve dificuldade em relação ao vocabulário dos alunos. Muitos não conseguiram avançar nos textos por desconhecimento de algumas palavras. Para suprir esse problema que foi muito comum em todas as turmas que a SAT foi implementada, pode-se haver uma leitura compartilhada durante a aula com interrupções para explicar essas palavras.

- *Como ocorreu o nível de detalhamento do contexto não científico?*

Essa questão merece destaque, pois a temática da alquimia exigiria um detalhamento mais específico do contexto dos alquimistas, tendo em vista ser uma área que envolve um longo período e inclui temas místicos. Talvez, o relato na SAT para um especialista (sobre alquimia) seja superficial, já que não se especificou a riqueza das pesquisas alquímicas. Entretanto, para o contexto escolar, o uso da temática objetiva utilizar aspectos da alquimia para trabalhar conceitos de natureza da ciência, ou seja, chamar atenção para humanização da ciência, a importância das crenças e do misticismo, aspectos que normalmente não são abordados. Além de ser uma temática que favorece o entendimento sobre a constituição da matéria, já que a alquimia foi considerada a arte de conhecimento da matéria.

- *Houve equilíbrio entre os aspectos científicos e os extracientíficos?*

O aspecto científico em relação a definição de elemento químico poderia ter sido melhor desenvolvido. Alguns alunos permaneceram com a ideia de quatro elementos. No texto 6 inicia-se a argumentação sobre elemento, nos textos 3 e 4 trabalha-se a ideia de elemento princípio. A sugestão seria o aprofundamento desse conceito iniciado no texto 6. Os alunos devem ter um período de reflexão.

- *Como foi definido o nível de profundidade dos aspectos epistemológicos?*

Conceitos como hipótese, teoria e argumento foram compreendidos pelos alunos sem serem formalmente definidos, como discutido por Forato, 2009.

- *Houve o uso de fontes primárias?*

Por conta do grupo trabalhar com um curto período para elaboração do material, optou-se por não utilizar fontes primárias, o que foi bastante difícil, já que quase não existem textos para o ensino básico com a temática alquimia.

- *Tratou-se diacronicamente conteúdos da história da ciência de difícil compreensão na atualidade?*

A autora chama a atenção para não considerar como ridículos ou estranhos certos conceitos, pressupostos e metodologias importantes em outros momentos da HC, mas descartados da ciência atual. Destaca-se que a apresentação teatral feita durante a atividade 1 auxiliou nesse sentido, já que trouxe o contexto da época retratada. O desafio é montar uma intervenção sem um ator (para que qualquer professor possa aplicar).

As diferentes concepções de ciência e pensadores de distintas épocas, a validade de seus critérios, convicções e valores foram trabalhados na linha do tempo, que por sua vez pode ser melhorada em relação à contextualização.

Nesse momento da SAT, deve haver atenção para não passar a ideia de fracasso em relação as diferentes concepções de constituição da matéria. Deve-se considerar a importância de todas as teorias para a construção do conceito e não dar a entender que as teorias anteriores são erros e fracassos.

- *Preocupou-se com as concepções ingênuas sobre história e epistemologia da ciência? Houve alguma estratégia para lidar com essas concepções?*

Apesar de no questionário inicial e no primeiro encontro com os alunos ter ficado nítido que eles tinham uma visão empirista sobre a ciência (em trabalho publicado sobre o questionário inicial dessa SAT constatou-se, a partir da análise dos desenhos dos alunos, uma visão empirista, pois a maioria dos desenhos do questionário inicial foram de pessoas fazendo experimentos ou de vidrarias¹⁸), não foi pensado especificamente uma estratégia para que os alunos pudessem questionar essa crença, como argumentado por Forato, 2019.

- *Como superou-se a falta de formação do professor?*

O contexto de construção da SAT favoreceu a preparação dos licenciandos e da professora supervisora, já que o PIBID é um projeto de formação inicial que também agrega a formação continuada. Logo, ambos, professora e licenciandos, estavam focados em pesquisar e entender sobre a abordagem no ensino com auxílio da professora coordenadora.

No que diz respeito ao episódio histórico, não foi organizado um específico para a alquimia fez-se a utilizando-se os textos já mencionados. Para os próximos professores que forem aplicar a SAT, recomenda-se escutar a entrevista *Alquimia* Alfonso Goldfarb, Ferraz e

¹⁸ WALERIO, M. R. P.; SANTANA, E. F.; CORTEZ, C.F.M.; PALMA, R. S.; MARTORANO, S. A. A.; BLUMTRIT, A. Investigando as representações dos alunos do ensino médio sobre alquimistas e cientistas. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 2016, Florianópolis. *Anais XVIII ENEQ: Os desafios da formação e do trabalho do professor de química no mundo contemporâneo*, 2016. v. 1.

Porto¹⁹. Dessa maneira, compreende-se melhor o contexto e as principais características da temática.

- *Houve problemas em relação quantidade de informação na forma de texto?*

A SAT foi estruturada em textos, o que se tentou fazer foi inserir estratégias juntamente aos textos para não ficar enfadonho. Por exemplo, na atividade 2, houve o texto e o teatro, após atividades 3 e 4, que eram textos, houve um experimento, e logo depois da atividade 6. Sempre ao final da leitura dos textos acontecia a montagem de um pedaço da linha do tempo, nesse momento os alunos podiam levantar e discutir em grupo, o que mudava a dinâmica da aula para não ficar somente na leitura.

Apesar do grupo procurar simplificar a linguagem dos textos os alunos ainda encontraram dificuldades em relação a interpretação.

- *Como ocorreu o impasse em relação a questão extensão e profundidade durante a sequência?*

Como defendido por Forato (2009) foi usada a linha do tempo. Entretanto, diferentemente da sugestão da autora, a linha do tempo não era ilustrada com fatos históricos que poderiam ser conhecidos dos alunos, o que pode ter passado uma ideia de acumulação de conhecimento.

- *Como ocorreu a interação do aluno com a problemática tratada, os textos funcionaram na sala de aula?*

Inicialmente, os alunos desconheciam totalmente a temática e os conceitos científicos trabalhados. A atividade 2 foi a que mais houve entusiasmo dos alunos, ou seja, houve o maior envolvimento dos mesmos. Nas atividades posteriores, 3, 4, 5, 6 e 7, textos, linha do tempo e experimento, também houve o envolvimento deles, mas com uma ressalva, nessas atividades abordou-se um período histórico muito grande e pode ter sido nesse momento que aconteceu o problema em relação ao entendimento do conceito de elemento químico, já que alguns permaneceram com a concepção dos 4 elementos e não souberam argumentar sobre elemento químico.

¹⁹ ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M; PORTO, P. *Alquimia*. [24 Out. 2018]. Entrevistador: Estado da Arte: a cânone em pauta. Disponível em: < <http://oestadodaarte.com.br/alquimia/>>. Acesso em: 15. Maio. 2019.

- *Houve problematização de cada mensagem acerca da natureza da ciência pretendida em distintas atividades pedagógicas e em diferentes conteúdos históricos?*

Na atividade 2 quando se argumentou sobre o anseio dos alquimistas em aproximar-se do criador propõe-se uma problematização no que diz respeito as crenças pessoais. O que também ocorre com a questão da longevidade. Ambos anseios incentivaram as pesquisas alquímicas.

Em relação as atividades posteriores, 3,4,5,6 e 7, o objetivo foi enfatizar a construção coletiva do conhecimento científico, isso se sobressai ao se mencionar a colaboração / concepções dos diferentes pesquisadores para esse conceito, se houvesse uma problematização para cada personagem citado os textos ficariam enormes, como se cada um fosse um episódio histórico.

Quadro 3: Síntese das principais observações em relação à análise da SAT Alquimia.

Questionamentos	Observações
Quais foram os propósitos pedagógicos objetivados?	Trabalhar um conceito por SAT a fim viabilizar o tempo e a aprendizagem.
Qual a concepção de ciência adotada e quais os aspectos epistemológicos foram trabalhados?	Importância das crenças pessoais e da imaginação nas pesquisas. Construção humana e coletiva do conhecimento. Necessidade de novos textos.
Como ocorreu a seleção dos aspectos a enfatizar ou a omitir de cada conteúdo histórico?	Recorte histórico grande, uso da linha do tempo contextualizada.
Existiu algum pré-requisito para SAT?	Estrutura atômica, vocabulário.
Como ocorreu o nível de detalhamento do contexto não científico?	Adequada ao nível escolar.
Houve equilíbrio entre os aspectos científicos e os extracientíficos?	Problemas na definição de elemento químico.

Como foi definido o nível de profundidade dos aspectos epistemológicos?	Compreendidos sem serem definidos.
Houve o uso de fontes primárias?	Não.
Tratou-se diacronicamente conteúdos da História da Ciência de difícil compreensão na atualidade?	Apresentação teatral, estratégia com uso de mídias.
Preocupou-se com as concepções ingênuas sobre história e epistemologia da ciência? Houve alguma estratégia para lidar com essas concepções?	Visão empírica sobre a Ciência.
Como superou-se a falta de formação do professor?	Contexto favorável o PIBID.
Houve problemas em relação a quantidade e qualidade de informação na forma de texto?	Muitos textos. Entretanto, atrelados a outras atividades.
Como ocorreu o empasse em relação a questão extensão e profundidade durante a sequência?	Linha do tempo sem contextualização, usar contextualizada.
Como ocorreu a interação do aluno com a problemática tratada, os textos funcionaram na sala de aula?	A grande quantidade de informação a partir da atividade 2 diminuiu o entusiasmo dos alunos.
Houve problematização de cada mensagem acerca da natureza da ciência pretendida em distintas atividades pedagógicas e em diferentes conteúdos históricos?	Houve de maneira superficial.

Fonte: Autora.

4.2 Análise da SAT Orgânica

Diferente da SAT sobre alquimia essa SAT não teve uma abordagem histórica na maioria das atividades, a HC foi trabalhada somente nas atividades 2 e 3. A SAT foi rica em

oficinas que concentrou suas atividades na horta que estava sendo cultivada na escola. O desafio foi fazer modificações nessa SAT com objetivo de tornar a história fio condutor. Uma possibilidade é inserir a problemática do etnoconhecimento e da biopirataria com a abordagem histórica.

- *Quais foram os propósitos pedagógicos objetivados?*

- Conceitos científicos

Por ser uma sequência para o terceiro ano do ensino médio, a professora supervisora mencionou conceitos dentro da química orgânica. A SAT tabalhou as funções orgânicas e algumas estruturas moleculares pertencentes as plantas da horta, a exemplo poejo, hortelã, salsa e babosa.

O questionário inicial preocupou-se em verificar se os alunos possuíam algum conhecimento em relação à Química orgânica, funções orgânicas e grupos funcionais (questões 1,3 e 4). Esses conceitos foram retomados na atividade 8 e 9 com a montagem de moléculas e o jogo sobre grupos funcionais.

Nas atividades 5, 6 e 7, apesar do potencial de se trabalhar os conceitos científicos, não foi observada essa retomada. Uma sugestão seria realizar a atividade de montagem das moléculas antes das oficinas, assim os alunos já teriam em mente a estrutura de algumas moléculas que compõem as plantas da horta que foram usadas nas oficinas e dessa maneira o professor poderia retomar essas estruturas durante essas atividades.

Na BNCC (2018) os conceitos científicos que abrangem a área de Química orgânica podem ser abordados em diversos momentos. Para o ensino médio, existe a menção ao conceito científico estrutura e propriedades de compostos orgânicos na competência 3 e pode envolver diversas habilidades (BRASIL, 2018).

É importante ressaltar que não há necessidade dos alunos decorarem todos os grupos funcionais mencionados no questionário inicial. O objetivo do ensino atual, baseado na alfabetização científica, centra-se em desenvolver atividades para que os alunos encontrem a Química no dia-a-dia e possam compreender qual o impacto dela na sociedade e não decorar conteúdos para realizar provas.

- Habilidades e competências

No que diz respeito as habilidades, a SAT almejou que os alunos, ao final das atividades, pudessem reconhecer as diferentes aplicações dos componentes químicos das plantas na alimentação, nos cosméticos e nos medicamentos, além de compreender a ciência como construção humana, relacionando o desenvolvimento científico ao longo da história com a transformação da sociedade.

Em vistas da possibilidade de discussão de temas como etnoconhecimento e biopirataria uma habilidade que pode ser almejada para essa SAT e que está presente na BNCC é:

Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista. (BRASIL, 2018, p. 559)

- Tempo

A SAT Orgânica precisou de uma aula para atividade 1. Para fazer a discussão do texto e dos trechos do filme foi preciso duas aulas. Para realização das oficinas, foi feito o pedido de aulas para os professores de outras disciplinas, necessitando de cerca de 4 aulas para realização das mesmas, lembrando que uma equipe de alunos de graduação auxiliando a professora supervisora nas atividades deixou a dinâmica mais rápida. Um professor sozinho encontraria muitos obstáculos na realização dessas oficinas, principalmente em relação ao tempo. Para a realização das atividades 8 e 9 foi preciso duas aulas para cada. A atividade final (apresentação dos grupos) precisou de duas aulas para ocorrer.

Considerando que alunos do terceiro ano tenham 2 aulas de Química por semana com a sequência reestruturada a SAT terá uma duração de 12 aulas, pouco mais de um mês.

- Nível de escolaridade enfocado

A SAT Orgânica foi elaborada para turmas do terceiro ano do ensino médio.

- *Qual a concepção de ciência foi adotada e quais os aspectos epistemológicos foram trabalhados?*

- Aspectos da natureza da ciência

Nas atividades 2 e 3, que os alunos puderam conhecer alguns aspectos sobre a natureza da ciência a partir da HC. No texto *Dose Certa*, procurou-se apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, influenciando e sendo influenciadas, o que evidencia a não neutralidade da Ciência e do pensamento científico. Fica claro no texto, por exemplo, a influência dos conhecimentos indígenas em relação aos estudos das plantas nativas pelos boticários recém chegados ao Brasil durante a colonização.

- Temática trabalhada

No grupo do PIBID houve algumas discussões sobre a possibilidade de temáticas a serem trabalhadas pensando na horta e no conceito científico levantado pela professora, a mais plausível foi procurar uma que envolvesse medicamentos, incluindo drogas (lícitas e ilícitas), o que indicou uma abordagem com a temática histórica dos boticários.

A temática das drogas não foi desenvolvida durante a SAT. No início do texto base, discutiu-se a questão do veneno e do remédio, mas a ideia não foi discutida com maior profundidade.

Tendo em vista a identificação do texto histórico utilizado, os parâmetros nos encaminham para os pontos críticos da abordagem histórica.

- *Como ocorreu a seleção dos aspectos a enfatizar ou a omitir de cada conteúdo histórico?*

A temática histórica sobre os boticários no texto base foi relativamente resumida, entretanto não deixou de abordar a visão de natureza da ciência pretendida. Um dos problemas dessa SAT foi a maneira pontual de se trabalhar a HC. Logo, esses aspectos trabalhados no texto não foram desenvolvidos nem retomados em outros momentos da SAT.

Como a preocupação da escola estava centrada em atividades voltadas para a horta, a HC não foi trabalhada com intensidade nas atividades posteriores que se concentraram em oficinas usando as ervas da horta da escola, assim como as atividades lúdicas que se concentraram especificamente nos conceitos científicos.

Uma sugestão é continuar trabalhando os aspectos descritos ao final do texto, desenvolvendo uma atividade a partir do etnoconhecimento e da biopirataria, praticada desde a colonização, envolvendo os conhecimentos próprios dos povos indígenas sobre as plantas nativas do Brasil.

O vídeo *Química, Sociedade e Cotidiano - Aula 05 – Etnoconhecimento* disponibilizado no *you tube* pelo canal da UNIVESP pode auxiliar o professor no entendimento do conceito de etnoconhecimento²⁰. Com a inclusão da temática indígena nas SAT há a possibilidade de evitar visões equivocadas sobre os conhecimentos produzidos por esses povos, normalmente visões europeias associando suas contribuições como exóticas ou folclóricas. Além disso, trabalhando o etnoconhecimento, evita-se supervalorizar a ciência como única fonte de conhecimento válido.

Em relação ao conhecimento sobre biopirataria, o professor pode assistir à reportagem “Biopirataria” realizada pela TVBrasil²¹, por meio da mesma há o esclarecimento de aspectos importantes para se abordar o tema, como a questão das patentes.

- *Existe algum pré-requisito para SAT?*

Em relação aos conceitos científicos, foi necessário que os alunos conhecessem conceitos básicos de Química orgânica, principalmente na atividade de montagem de moléculas. A professora supervisora já havia relatado que os alunos tinham esses conhecimentos.

Assim como na SAT sobre alquimia, houve dificuldade em relação ao vocabulário dos alunos, dessa vez com menos intensidade, pois não foi usada uma grande quantidade de textos e os alunos eram do terceiro ano. Mesmo assim a leitura compartilhada durante a aula com interrupções para explicar as palavras e auxiliar na interpretação de texto ainda é uma estratégia válida.

- *Como ocorreu o nível de detalhamento do contexto não científico?*

Como o texto base foi trabalhado de maneira pontual, esse nível de detalhamento, necessário num episódio histórico. Foi pouco explorado. Como sugerido, ao se trabalhar sobre o etnoconhecimento dos povos indígenas esse contexto poderá ser melhor trabalhado.

- *Houve equilíbrio entre os aspectos científicos e os extracientíficos?*

O problema encontrado na SAT foi o não encontro dos dois aspectos, ora se trabalhou aspectos científicos (atividades 8 e 9), ora aspectos extracientíficos (atividade 2 e 3). As oficinas

²⁰ QUÍMICA, Sociedade e Cotidiano - Aula 05 – Etnoconhecimento. Univesp.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=A5pR_aBvBiM>. Acesso em: 20. Jul.2019.

²¹ BIOPIRATARIA. TVBrasil. 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aM2ZsIJW644>>. Acesso em: 20. Jul.2019.

poderiam ser o momento de retomada e encontro desses aspectos e dessa maneira tentar um equilíbrio em ambos. Isso poderia ocorrer, como já mencionado, se houvesse uma inversão das atividades, a atividade 8 ocorreria depois da 3.

- *Como foi definido o nível de profundidade dos aspectos epistemológicos?*

Conceitos como hipótese, teoria e argumento não foram formalmente discutidos nessa SAT.

- *Houve o uso de fontes primárias?*

Por conta do grupo trabalhar com um curto período para elaboração do material, optou-se por não utilizar fontes primárias, o que foi bastante difícil, já que não foi possível encontrar textos adaptados para o ensino básico com a temática dos boticários.

- *Tratou-se diacronicamente conteúdos da história da ciência de difícil compreensão na atualidade?*

Como a temática trabalhada não argumentou sobre conceitos científicos em diferentes épocas, não foi observado preconceitos dos alunos em relação a teorias. Logo, não foram construídas estratégias para evitar possíveis visões preconceituosas.

- *Preocupou-se com as concepções ingênuas sobre história e epistemologia da ciência? Houve alguma estratégia para lidar com essas concepções?*

Como a abordagem histórica na SAT foi pontual e baseou-se mais na apresentação e não favoreceu a participação dos alunos de maneira ativa, principalmente nas atividades 2 e 3, não se observou preocupação quanto às concepções ingênuas.

Com a nova abordagem, sugerida a partir do etnoconhecimento e biopirataria pode surgir visões estereotipadas em relação aos conhecimentos dos indígenas. A estratégia elaborada será um júri simulado, no qual os alunos têm que elaborar argumentos válidos para o contexto estudado.

- *Como superou-se a falta de formação do professor?*

Assim como na SAT Alquimia, o contexto de construção favoreceu a preparação dos licenciandos e da professora supervisora, já que o PIBID é um projeto de formação inicial que também agrega a formação continuada. Logo, ambos, professora e licenciandos, estavam

focados em pesquisar e entender sobre a abordagem no ensino com auxílio da professora coordenadora.

- *Houve problemas em relação quantidade de informação na forma de texto?*

Nessa SAT houve a utilização de apenas um texto, mesmo assim procurou-se simplificar a sua linguagem a fim de auxiliar os alunos na interpretação.

- *Como ocorreu o impasse em relação a questão extensão e profundidade durante a sequência?*

Diferente da SAT alquimia, não se fez o uso da linha do tempo, porém procurou-se localizar os alunos por meio das explicações dos trechos do filme. A sugestão é usar a linha do tempo, pois mesmo com a contextualização por meio do filme, não foi possível atingir os aspectos relacionados à extensão e profundidade.

- *Como ocorreu a interação do aluno com a problemática tratada, os textos funcionaram na sala de aula?*

Como o texto não foi retomado em outras atividades e a estratégia didática não favoreceu a participação dos alunos, não se observaram esses fatores.

A sugestão será dar continuidade à temática iniciada no texto *Dose certa*. A estratégia deverá favorecer a interação entre os alunos com vistas a envolvê-los no tema proposto (a estratégias didática será o júri simulado já mencionado).

- *Houve problematização de cada mensagem acerca da natureza da ciência pretendida em distintas atividades pedagógicas e em diferentes conteúdos históricos?*

Como a abordagem histórica na SAT foi pontual não foi possível o aluno confrontar-se com um mesmo conteúdo por meio de diferentes provocações e mediante situações didáticas diversas, por isso não favoreceu a reflexão e o amadurecimento da relação entre o aluno e o saber.

Para o júri simulado será trabalhado um estudo de caso como sugerem Sá e Queiroz (2010), Stinner *et al.* (2003) e Allchin (2013). Eles afirmam que é possível abordar a natureza da ciência por meio do método de estudo de caso e ainda ressaltam que o objetivo dessas abordagens concentra-se na aproximação dos alunos com problemas reais, sendo os casos narrativas sobre dilemas, vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões a respeito de determinados assuntos. O conhecimento sobre o contexto do caso e com os seus personagens

auxilia o aprendizado de conceitos científicos, o fomento ao pensamento crítico e a habilidade de resolução de problemas.

Quadro 4: Síntese das principais observações em relação à análise da SAT Orgânica.

Questionamentos	Observações
Quais foram os propósitos pedagógicos objetivados?	Repensar na abordagem dos conteúdos objetivados no decorrer da sequência. Discutir etnoconhecimento e biopirataria.
Qual a concepção de ciência adotada e quais os aspectos epistemológicos foram trabalhados?	Conhecimento científico como construções socialmente produzidas, influenciando e sendo influenciadas, o que evidencia a não neutralidade da ciência e do pensamento científico.
Como ocorreu a seleção dos aspectos a enfatizar ou a omitir de cada conteúdo histórico?	Temática histórica trabalhada de maneira pontual.
Existiu algum pré-requisito para SAT?	Conceitos básicos de Química orgânica.
Como ocorreu o nível de detalhamento do contexto não científico?	Poderia ter sido mais explorado durante toda a sequência.
Houve equilíbrio entre os aspectos científicos e os extracientíficos?	Ora se trabalhou aspectos científicos, ora aspectos extracientíficos.
Como foi definido o nível de profundidade dos aspectos epistemológicos?	Não foram formalmente discutidos.
Houve o uso de fontes primárias?	Não

Tratou-se diacronicamente conteúdos da História da Ciência de difícil compreensão na atualidade?	Não argumentou sobre conceitos científicos em diferentes épocas.
Preocupou-se com as concepções ingênuas sobre história e epistemologia da ciência? Houve alguma estratégia para lidar com essas concepções?	Na atividade pontual, não favoreceu a participação ativa dos alunos, logo não se percebeu concepções ingênuas.
Como superou-se a falta de formação do professor?	Contexto favorável o PIBID.
Houve problemas em relação a quantidade e qualidade de informação na forma de texto?	Havia apenas um texto na sequência.
Como ocorreu o empasse em relação a questão extensão e profundidade durante a sequência?	Trechos do filme, linha do tempo.
Como ocorreu a interação do aluno com a problemática tratada, os textos funcionaram na sala de aula?	Deve haver a retomada do texto em outras atividades.
Houve problematização de cada mensagem acerca da natureza da ciência pretendida em distintas atividades pedagógicas e em diferentes conteúdos históricos?	Acrescentar Júri simulado.

Fonte: Autora.

5. RESULTADOS: AS SAT REFORMULADAS

As SAT reorganizadas a partir do confronto das atividades das mesmas com o referencial teórico, o que ocorreu por meio dos parâmetros.

5.1 SAT: Alquimia e Química: caminhos para o entendimento de concepção da matéria como elemento Químico

Optou-se por inserir as questões diagnósticas no decorrer das atividades e não mais deixar o momento inicial da SAT, pois durante as aplicações dos questionários os alunos acreditavam estar fazendo uma prova, até por conta do formato da atividade. Na primeira atividade houve a preocupação de saber quais as hipóteses dos alunos em relação a alquimia e discutir aspectos essenciais da mesma.

Atividade 1: Os alquimistas e seu Labor (3aulas de 45min)

Após a análise, optou-se por iniciar a reestruturação da SAT com os conhecimentos sobre a alquimia e por isso continuar com o texto *Os alquimistas e seu labor*. No entanto, não seria possível permanecer com a apresentação teatral, visto que, seria difícil para um professor encenar o alquimista sem ter a formação que o bolsista do PIBID tinha.

Logo, para imergir os alunos nesse contexto o professor pode iniciar sua abordagem apresentando, desde já, e não somente ao iniciar os estudos sobre elemento, a linha do tempo elaborada por Forato (2009)²², essa auxiliará os alunos a refletirem sobre a questão profundidade e extensão. A linha do tempo pode ser projetada ou impressa.

Em relação a esse momento é importante não enfatizar a existência de um ponto de início da alquimia e um ponto de término, não é possível fazer essa afirmação. Apenas destacar que vamos realizar estudos com situações de determinados períodos e algumas vezes o professor poderá recorrer a linha do tempo para localização temporal.

A apresentação teatral foi bastante importante na implementação do PIBID, mas para que a sequência possa ser utilizada em outras situações, inclusive em que não haja um ator para representar o alquimista, a estratégia sugerida é a utilização de recursos áudio visuais como músicas e obras de arte que possam contextualizar o momento histórico e possam retratar o

²² Linha do tempo pertencente ao curso O Éter, a Luz e a Natureza da Ciência elaborado por Forato (2009) e está disponível em <https://sites.usp.br/nupic/o-eter-luz-e-natureza-da-ciencia/>

fazer dos alquimistas. O intuito dessa estratégia é transportar os alunos para o contexto estudado o que pode evitar ideias equivocadas e opiniões anacrônicas.

Indica-se iniciar a abordagem com a música *A Ka Dua- A sacred chant in ancient Egyptian*²³ (Um canto sagrado do antigo Egito), ela ajudará na contextualização, já que a música faz referência ao antigo Egito, a letra da música são antigos hieróglifos egípcios traduzidos de uma Estela. O professor pode iniciar orientando o aluno sobre a presença da alquimia desde as primeiras civilizações e deixando o questionamento sobre o que seria a alquimia²⁴. Esse é um bom momento para que os alunos levantem suas hipóteses sobre o tema da SAT (O que é alquimia?).

É interessante chamar atenção para pontos do texto, mesmo antes da leitura, com a finalidade dos alunos lembrarem das informações ao realizarem a leitura.

A primeira imagem que pode ser projetada é uma das obras de David Teniers (Ilustração 4), século XVII, um dos artistas que tratou com mais frequência o tema alquimia. Nesse momento pode-se recorrer novamente a linha do tempo, questionando os alunos sobre qual período a obra pertence. Pode-se também inserir uma música que contextualize fatores importantes dessa época. Sabe-se que foi um período de supremacia da igreja, então, o canto-chão estrutura musical frequente em cantos gregorianos da época pode ser mostrado aos alunos os questionados a que remete essa música.

²³ A KA DUA - A sacred chant in ancient Egyptian [https. Upon the Path. 2016](https://www.youtube.com/watch?v=wTmL2aMf9M8). Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=wTmL2aMf9M8>. Acesso em: 15. Maio. 2019.

²⁴ Para enriquecer a implementação o professor pode fazer a escuta da entrevista sobre alquimia. ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M; PORTO, P. *Alquimia*. [24 Out. 2018]. Entrevistador: Estado da Arte: a cânone em pauta. Disponível em: < <http://oestadodaarte.com.br/alquimia/>>. Acesso em: 15. Maio. 2019.



Ilustração 4: O alquimista, de David Teniers, século XVII.

Fonte: Wikimedia Commons.

Ao deixar claro o contexto da Idade Média. O professor começa a dar indícios sobre o que é um alquimista. Apontando elementos na imagem, por exemplo, o livro pode dar indícios de um pesquisador, aos objetos presentes na pintura podem indicar que um dos personagens possa estar misturando algo. Nesse momento os alunos devem ter liberdade para construir suas hipóteses baseadas na pintura.

É importante expor aos alunos que os alquimistas não foram bem aceitos durante esse período, foram perseguidos e considerados bruxos. Essa situação fez com que eles mantivessem segredo quanto as suas pesquisas, pode-se citar a criação de símbolos. Também é imprescindível denotar que o objetivo da alquimia seria a regeneração do Homem, a busca pelo elixir. A alquimia lidava com teoria e receituários considerados sigilosos, grande parte desses conhecimentos passavam pelo laboratório legitimando o uso dos mesmos. Pode-se dizer que o que impulsionava as pesquisas alquímicas eram as crenças pessoais, a alquimia seria uma visão de mundo. Dentre os objetivos dos alquimistas estava a transmutação dos metais a fim de quem conseguisse tal feito alcançaria a vida eterna. Nesse ponto percebe-se a importância da criatividade nas pesquisas dos alquimistas.

Em seguida, o professor pode orientar os alunos a iniciarem a leitura do texto, uma leitura compartilhada é uma boa opção. Como já apontado por Forato (2009) é importante que os textos históricos não tenham uma leitura cansativa, contendo palavras difíceis. Os alunos devem ter vontade de ler o texto, por isso, considera-se a estética, ou seja, a apresentação do texto muito importante. Uma ideia é imprimir o texto em papel kraft remetendo a um papiro.

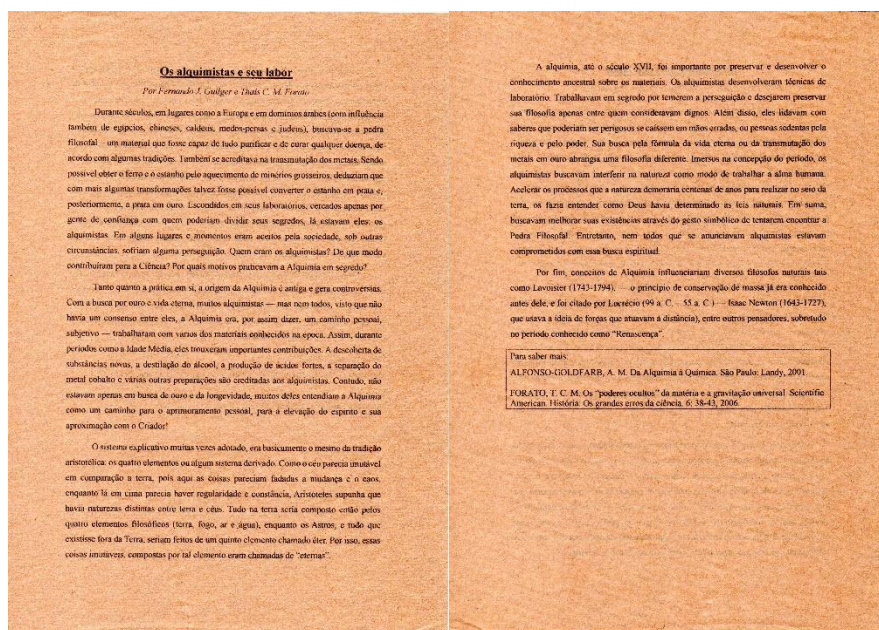


Ilustração 5: Sugestão de apresentação para o texto ‘Os alquimistas e seu Labor’.

Fonte: Autora.

Em relação as palavras de difícil compreensão para os alunos, como por exemplo, transmutação, destilação e imutável devem ser definidas durante a leitura.

A partir do terceiro parágrafo, o texto começa a discutir a concepção de matéria na visão dos alquimistas medievais. Inicia-se uma argumentação sobre os quatro elementos. É importante ressaltar que essa visão de elemento é bem diferente da atual. O texto faz uma síntese geral sobre o que seriam os alquimistas e o que eles faziam.

Ao finalizar a leitura do primeiro texto, a SAT encaminhará os alunos e o professor para uma questão que não foi discutida na SAT analisada, a questão complexa de “passagem” da alquimia à química. Escolheu-se o texto *A passagem da alquimia à química: uma história lenta e sem rufar de tambores* de Ana Maria Alfonso-Goldfarb e Márcia H. M. Ferraz para discutir esse tema, que será a atividade 2.

Atividade 2: Alquimia e Química: tão perto, tão longe (3aulas de 45min)

Nessa atividade o objetivo é conhecer a importância alquimia para o desenvolvimento da Química.

Após ter discutido, na aula anterior, sobre os alquimistas e seu contexto histórico o professor deve questionar os alunos sobre como distinguir um alquimista de um químico? Após os alunos levantarem suas hipóteses, o professor volta-se para linha do tempo e avisa aos alunos que tratará de um episódio acontecido entre 1600 e 1700, deve-se questionar os alunos sobre os fatos históricos importantes desse período. Ao chegarem ao iluminismo, discutir um pouco das características desse movimento que teve forte influência inclusive no desenvolvimento da ciência.

O texto escolhido como base para essa atividade contém palavras e argumentos que não seriam facilmente compreendidos em nível básico, por isso o texto deve ficar como base para que o professor desenvolva sua estratégia e a sugestão para essa pesquisa foi adaptar o texto.

Francesco Travagino conhecido por suas práticas médicas foi um alquimista perseguido pela Inquisição Veneziana e Henry Oldenburg o secretário da Royal Society de Londres são os protagonistas do episódio (apêndice 1, atividade 2, p.124)

Nessa atividade, deve-se deixar claro que a alquimia não se transformou na química, mas que ambas compartilharam meios semelhantes. A primeira foi se exaurindo até quase desaparecer e a outra foi tomando espaço no mundo moderno. Se a opção for a leitura do texto com os alunos, recomenda-se novamente, definir as palavras de difícil compreensão durante a leitura. Pode haver a construção de HQs baseadas no episódio para exposição na escola, ao recomendar a publicação das atividades os alunos tendem a se empenhar mais.

Atividade 3: Elemento? (3 aulas de 45min)

Assim como na intervenção do PIBID, a terceira atividade é o momento que se inicia a discussão sobre a concepção de matéria voltada para o conceito de elemento, um dos mais importantes para Química.

O objetivo nessa atividade é conhecer o desenvolvimento do conceito de elemento em química chamando atenção para contribuição de várias pessoas para a construção do conceito, discutir sobre os conceitos e teorias não serem irrevogáveis além de, novamente, chamar a atenção para importância da criatividade para pesquisas.

O texto base continuará sendo o artigo Oki (2002), porém a linha do tempo utilizada será a contextualizada, que já vinha sendo usada nas primeiras atividades. A discussão pode ser iniciada com o questionamento sobre a concepção de elemento, os alunos levantam as hipóteses e o professor direciona a discussão para a questão etimológica da palavra elemento, explicitada no início do texto base e importantíssima para evitar visão anacrônica do conhecimento da época. O termo estava intimamente ligado a explicações sobre a matéria, princípio, e o que se entendia como elemento durante a idade antiga e média era diferente do que se entende atualmente.

A estratégia usada pelo PIBID necessitou de muito tempo para se trabalhar os três textos e não obteve um resultado satisfatório em relação ao aprendizado do conteúdo elemento químico. Dessa maneira, a sugestão é levar os alunos a um espaço que não seja a sala de aula (pode ser a quadra ou o pátio) e dividi-los em grupos. O ideal para uma sala de 30 alunos seriam 6 grupos de 5 alunos nos quais cada grupo pegaria um trecho do texto (ao invés de adaptar o artigo em três textos, como o PIBID fez, ele seria dividido em 6). Cada grupo formará especialistas em determinado momento histórico em relação ao desenvolvimento do conceito.

Para aproveitar melhor o tempo e imprimir ritmo, o professor pode cronometrar a dinâmica de leitura e estudo, ao esgotar o prazo estipulado pelo professor os grupos serão rearranjados. Nos novos grupos deverá ter um porta voz e um especialista em cada momento histórico, cada especialista irá compartilhar com seus colegas o período estudado no grupo anterior. Trabalhando com os especialistas, há uma menor possibilidade de se enfatizar a questão dos quatro elementos, o que aconteceu na abordagem do PIBID, pois no início da atividade houve mais discussão do tema e no último texto os alunos já estavam cansados, já se tinha gastado bastante tempo, então o conceito atual foi discutido com menos problematização.

Quando cada especialista explicar sua parte ao seu novo grupo eles iniciarão a montagem de uma linha do tempo, assim como na intervenção do PIBID usando figuras que fazem menção ao texto e trechos do mesmo. Essas linhas serão compartilhadas e comparadas. Nesse momento, só o porta voz e o professor podem falar. Quando houver um consenso entre toda a turma sobre a organização dessa linha do tempo as imagens fornecidas aos alunos serão inseridas na linha contextualizada, com uma retomada dos fatos pelo professor. Nesse momento o professor pode destacar fatos extra científicos que acompanharam o desenvolvimento do conceito, procurando localizar e contextualizar os momentos históricos e as concepções sobre matéria. O ideal é que questione os estudantes sobre o que impulsionou os estudos sobre a

concepção de matéria, trazendo informações discutidas na atividade 1, reforce aos estudantes sobre o que se considera elemento químico atualmente é diferente do que se considerou no passado.

Uma preocupação nessa atividade é que os alunos não considerem as pesquisas dos filósofos antigos ou dos alquimistas inferiores e errôneas, os alunos devem ter noção que essas pesquisas foram importantes para o desenvolvimento dos conceitos que utilizamos atualmente e não só na escola, mas na vida cotidiana. É necessário que se deixe claro a diferença de elemento químico e substância. A discussão usando a linha do tempo deverá favorecer a retomada dos aspectos de todos os textos lidos pelos alunos nessa SAT.

Em relação ao experimento realizado pelo PIBID durante a menção aos alquimistas no texto, a estratégia usada foi demonstrar um procedimento que pudesse remeter a transmutação e questionar os alunos sobre a validade do mesmo. A partir das observações realizadas, considerou-se a estratégia válida quando o aluno pode realizar o experimento, uma demonstração não tem resultado equivalente. Considerando que a maioria das escolas têm grandes dificuldades em realizar práticas que incluem uso de materiais como hidróxido de sódio concentrado e fogo, por falta de recursos, a realização do experimento pode ser opcional. O experimento pode ser realizado quando os alunos já tenham claro a organização da linha contextualizada.

Atividade 4: Questionário final-Avaliação (1 aula de 45min)

Seguindo a estrutura de uma SAT, a atividade final seria a verificação da aprendizagem dos alunos. Nesse momento, o aluno deve ter tempo para reconstruir o que aprendeu reformular e organizar seus pensamentos, o ideal seria realizar a atividade de maneira individual e num ambiente que não seja a sala de aula. As questões 1, 2 e 4 formuladas pelo PIBID para essa etapa podem ser usadas.

Outra sugestão é pedir uma redação sobre a vivência dos alunos durante a sequência, com as exigências de citar durante a argumentação as principais diferenças entre a Química e a Alquimia, a descrição sobre a concepção de elemento nos diferentes períodos estudados sinalizando a concepção atual. Finaliza-se, então, a SAT na qual almejou-se a compreensão do conceito de elemento por meio de uma abordagem HC.

A seguir foi descrita uma SAT que envolve conceitos que fizeram parte da SAT Alquimia e foram melhor estruturados em outra sequência. Essa nova SAT trabalha com

linguagem na química, elementos químicos e classificação periódica. Para a implementação da mesma deve se ter como base o conceito compreendido na SAT: Alquimia e Química: caminhos para o entendimento de concepção da matéria como elemento químico.

5.2 SAT: Um olhar histórico sobre a Tabela Periódica

Atividade 1: Nossas ideias iniciais sobre o desenvolvimento da tabela periódica (2 aulas de 45min)

Ao invés de se iniciar a sequência com um questionário diagnóstico, a estratégia sugerida para fazer o levantamento do que os alunos sabem sobre o tema é usar uma urna onde os mesmos devem inserir o seu conhecimento sobre o desenvolvimento da tabela periódica, questão que pode ser proposta: Como você acredita que a tabela periódica foi desenvolvida?, os alunos devem ter um tempo para pensar e escrever ou desenhar. As informações fornecidas podem ser anônimas e após o tempo estipulado, o professor faz a leitura delas para a discussão com a turma. Pode ser montado um mural “Nossas ideias iniciais sobre o desenvolvimento da tabela periódica”.

Atividade 2: Um olhar histórico sobre a classificação periódica dos elementos químicos (1 aula de 45min)

Nessa atividade, almeja-se promover a discussão e reflexão sobre alguns aspectos da natureza da ciência por meio de uma apresentação elaborada a partir do texto base Tolentino, Rocha-Filho, Chagas (1996). Essa apresentação será pré-requisito para a próxima atividade.

Pode-se iniciar a atividade retomando o conceito de elemento e explicando o que significa o termo “período”. Muitos alunos não compreendem o significado do termo “periódico” na expressão “tabela periódica”. O ideal é que a apresentação contenha os principais aspectos da natureza da ciência contidos no texto, que descreve o desenvolvimento da classificação periódica.

Alguns aspectos que podem ser trabalhados são: ciência como atividade humana influenciada pelo contexto sociocultural de cada época, com caráter coletivo levando em conta a imaginação e criatividade para a construção do conhecimento, o raciocínio dedutivo dentro das ciências, enfatizar as descobertas não acontecerem de forma espontânea, mas sim segundo tendências da época.

É importante atentar-se para o fato do resumo das informações, não há como fugir deles, a apresentação deve ser resumida, porém não deve ser uma exposição sem a complexidade da natureza da ciência (*slides* completos no apêndice 2, atividade 2, p.125).

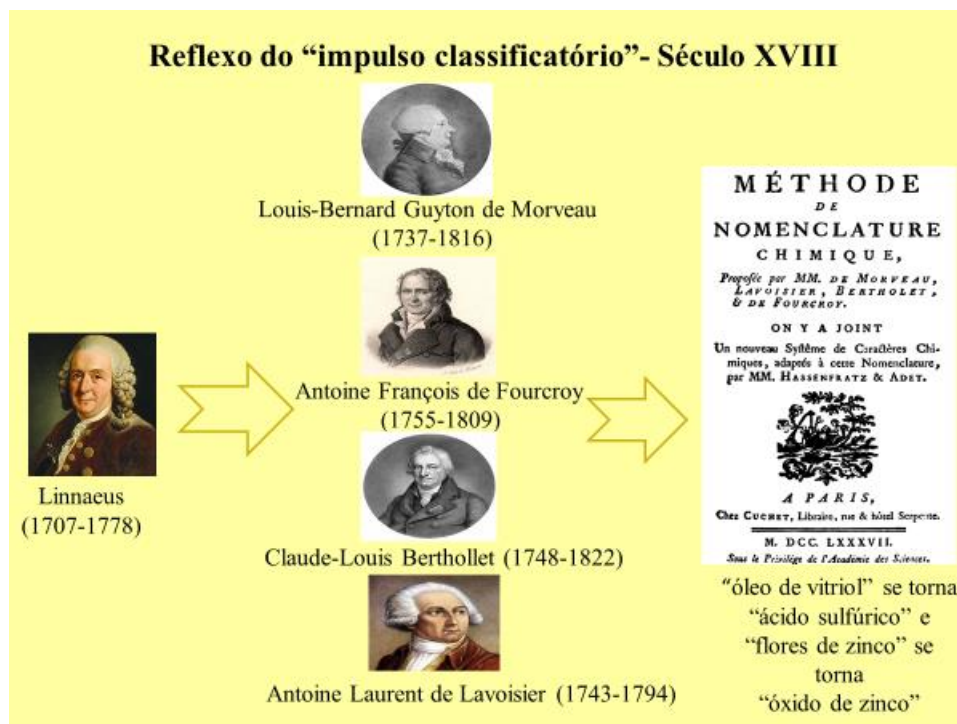


Ilustração 6: Sugestão para slide sobre impulso classificatorio no século XVIII.

Fonte: Autora.

No início do texto base argumenta-se sobre os acontecimentos da época, os quais impulsionaram a questão da nomenclatura e a classificação dos elementos. Nesse momento pode-se retomar a questão na linha do tempo localizando os alunos.

O parafuso de telúrio e a Lei das oitavas, já trabalhados na primeira versão da SAT, podem ser discutidos argumentando sobre a dedução, criatividade e imaginação na ciência. Há a possibilidade de mencionar as pesquisas de Meyer e Mendeleev, ambos trabalharam na elaboração de uma tabela de maneira concorrente, contudo Mendeleev permaneceu de maneira mais evidente na história sendo mais lembrado. Pode-se discutir as evidências que colaboraram para esse fato.

A nomenclatura em Química também é um assunto que pode ser abordado usando o texto. Em artigo incluso na Proposta curricular de 1988 encontra-se um episódio sobre a tabela que discute com mais profundidade a problemática da nomenclatura, podendo servir como fonte de estudo para o professor.

Atividade 3: Percorrendo aspectos da natureza da ciência num episódio sobre a classificação periódica (4 aulas de 45min)

O texto base é muito rico em informações, o professor não daria conta de abordá-las em uma apresentação de uma aula. Os alunos não conseguem manter a atenção por tanto tempo e ficariam cansados. A apresentação seria a introdução para a próxima atividade. A sugestão seria um jogo de tabuleiro do tipo trilha cuja chegada é alcançada pelo aluno que conseguir responder mais questões de maneira correta sobre o episódio histórico estudado.

Os alunos podem ser divididos em grupos de 4 componentes, cada grupo receberá o jogo *Percorrendo aspectos da história da classificação periódica dos elementos* juntamente com as regras e após a leitura das mesmas iniciam as rodadas.

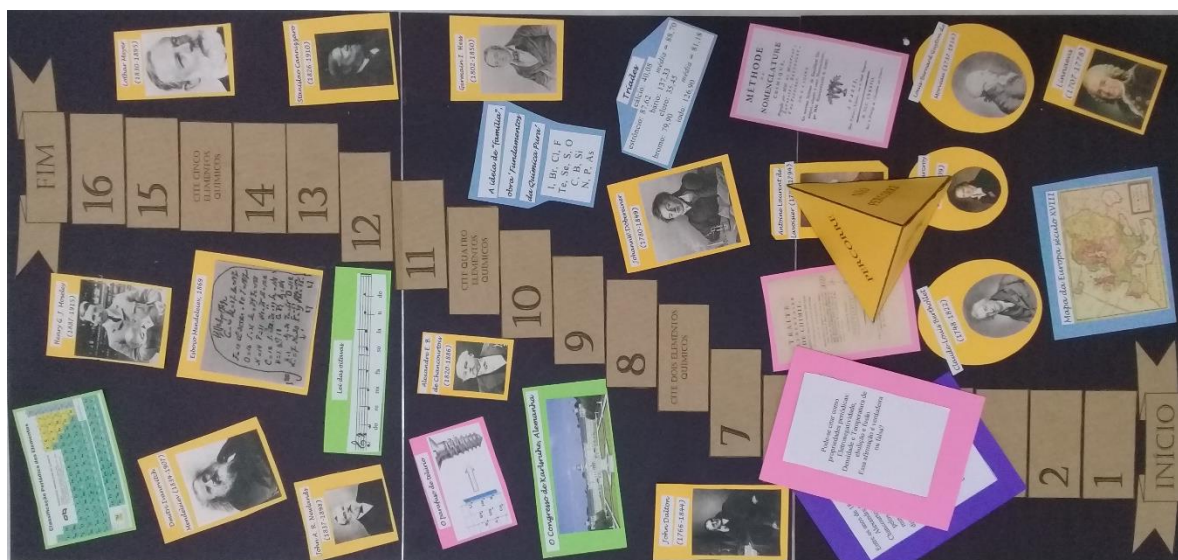


Ilustração 7: Jogo percorrendo aspectos da história da classificação periódica dos elementos.

Fonte: Autora.

Decidiu-se não fazer o uso do jogo construído pelo PIBID porque para sua efetivação do anterior deveria haver um monitor em cada grupo de alunos. O jogo mencionado acima não necessita de mediadores. Outra vantagem do jogo sugerido é que ele toma a HC como fio condutor, o aluno acaba lendo muitas informações contidas no texto sem ficar cansado, pois a maneira que se apresentam os trechos no jogo é lúdica. Assim, continua-se trabalhando as discussões sobre aspectos da natureza da ciência e não mais o foco é revisar, dessa vez ele tem potencial para desenvolvimento de conceitos como a classificação periódica dos elementos, como exemplificado em uma das cartas do jogo a seguir.

Pergunta	Resposta
<p>No século XVIII, o que inspirou os químicos franceses Morveau, Berthollet, Fourcroy e Lavoisier a sistematizar a nomenclatura da química?</p> <p>a. A tendência de estabelecer uma sistemática no estudo dos materiais, “o impulso classificatório”, inspirado por muitos estudiosos, como por exemplo, Linnaeus.</p> <p>b. A pesquisa individual de Lavoisier, que por sua vez não teve influência dos acontecimentos da época.</p>	<p>Alternativa a., pois nos séculos 17 a 19, ocorreu, na Europa, um impulso no desenvolvimento das Ciências. Além da marcante obra de Newton, outras obras notáveis surgiram nesse período uma dessas foi a de Linnaeus, uma das inspirações para pesquisadores em química.</p>

Ilustração 8: Exemplos de cartas do jogo abordando aspectos da natureza da ciência.

Fonte: Autora.

Os alunos podem fazer a montagem do jogo, escolhendo o formato da trilha e recortando as cartas (apêndice 2, atividade 3, página 132)

Uma sugestão para dar continuidade a apresentação das várias características dos diversos elementos químicos que compõem a Tabela Periódica são os jogos quebra cabeça da tabela periódica (já usado pelo PIBID) e o Super Trunfo da Tabela periódica²⁵.

Atividade 4: Questionário final - avaliação (1 aula de 45min)

Além das observações durante as atividades, para verificar se o aluno aprendeu os conceitos almejados pode-se realizar uma avaliação com as próprias questões do jogo, mas dessa vez sem alternativa. Ou pedir, assim como o PIBID, que os alunos redijam um texto (questão 3 do questionário final).

Há também a alternativa de promover uma discussão fazendo comparações das ideias iniciais dos alunos (atividade 1) com o que foi discutido durante as atividades promovidas, retomando aspectos importantes para a construção do conhecimento.

²⁵ GODOI, T. A. F.; OLIVEIRA, H. P. M.; E CODOGNOTO, L. Tabela Periódica - Um Super Trunfo para Alunos do Ensino Fundamental e Médio. *Revista Química Nova na Escola*, v. 32, p. 22 – 25, 2010.

5.3 SAT: Dos boticários aos dilemas dos compostos orgânicos contemporâneos

Nessa nova SAT não foram incluídas as oficinas, pois elas foram feitas por conta da horta que havia na escola onde a SAT foi aplicada em 2016.

Atividade 1: Verificando e revisando conceitos prévios sobre química orgânica (2 aulas de 45min)

Para iniciar as atividades da SAT o professor apresenta a temática que será trabalhada, localiza os alunos por meio de uma linha do tempo contextualizada (FORATO, 2009). Faz a leitura do trecho, já selecionados pelo PIBID, da obra de Umberto Eco, *O Nome da Rosa*.

“Tens venenos no laboratório?” perguntou Guilherme enquanto nos dirigíamos ao hospital.

“Também. Mas depende do que entendes por veneno. Há substâncias que, em pequenas doses, são salutares e em doses excessivas causam a morte. Como todo bom herborista eu as tenho, e as uso com discrição. Em minha horta cultivo, por exemplo, a valeriana. Algumas gotas, numa infusão de outras ervas, acalmam o coração que bate desordenadamente. Uma dose exagerada provoca torpor e morte.”

Promove-se uma breve discussão sobre as possíveis interpretações do trecho, o professor deve orientar a discussão em direção a aspectos químicos.

Em seguida, para verificar os conhecimentos dos alunos sobre os conceitos científicos a serem trabalhados, incentivar a busca por informações e de revisar alguns conceitos importantes é interessante se apoiar no artigo de Lauthartte e Junior²⁶(2011). Os autores descrevem algumas atividades que podem auxiliar na aprendizagem contextualizada de compostos orgânicos.

Assim como os autores, para iniciar essa SAT divide-se a sala em grupos de cinco alunos e entrega aos mesmos bulas de medicamentos, usualmente comercializadas em drogarias. Então, pode ser solicitado que realizam um levantamento sobre um ou mais componentes do fármaco, destacando princípio ativo, sua nomenclatura oficial, funções orgânicas, indicações, contraindicações, posologia e curiosidades sobre o medicamento.

²⁶LAUTHARTTE, L. C.; JUNIOR, W. E. F. Bulas de Medicamentos, Vídeo Educativo e Biopirataria: Uma Experiência Didática em Uma Escola Pública de Porto Velho – RO. *Revista Química Nova na Escola*, v. 10, p. 178 – 184, 2011.

Essa aula pode ser ministrada na sala de informática ou se for possível um aluno de cada grupo ter um celular com acesso à internet.

Atividade 2: Um breve estudo sobre os boticários (1 aulas de 45min)

Nesse momento inicia-se o estudo sobre aspectos da natureza da ciência, como o texto *Dose certa* é de fácil compreensão, a estratégia será a mesma usada pelo PIBID, leitura do texto e apresentação dos slides com os trechos do filme.

O objetivo do texto é apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, influenciando e sendo influenciadas, o que evidencia a não neutralidade da Ciência e do pensamento científico.

Em duplas os alunos podem realizar a leitura do texto que será retomado durante a apresentação dos slides, o professor também deve fazer menção os conceitos da atividade 1, relacionando o fazer dos boticários com medicamentos, fazendo o uso da linha do tempo sempre que possível.

Atividade 3: Júri Simulado-Etnoconhecimento e biopirataria (4 aulas de 45min)

As atividades 1 e 2 são pré-requisito para atividade 3 o júri simulado. A dinâmica é uma simulação de um tribunal judiciário no qual os participantes têm funções predeterminadas. O objetivo da atividade é debater o estudo de caso envolvendo etnoconhecimento e biopirataria, levando todos os participantes do grupo a se envolver e a tomar uma posição.

O caso a ser debatido foi retirado da reportagem “Biopirataria” feita pelos repórteres Roberto Maltchik e Fábio Damasceno exibida TVBrasil (2012) (Apêndice 3, atividade 3, p.139).

Após os alunos conhecerem a dinâmica de um júri e seus respectivos papéis eles devem ter um período de uma semana para realizar suas pesquisas e montar suas falas.

Atividade 4: Montando compostos orgânicos (2 aulas de 45min)

A atividade 4 será o momento de retomar o conceito científico da SAT, os compostos orgânicos. Por isso, a atividade 8 da SAT Orgânica, a montagem de moléculas é uma sugestão. Nela o objetivo é conhecer e organizar as estruturas de maneira correta.

Na intervenção do PIBID foram montados, com uso de jujubas e palitos, os componentes de ervas da hora, já no contexto dessa nova SAT serão montados os compostos

trabalhados na atividade 1 durante a análise das bulas e o cunaniol, é preciso que o professor providencie impressões ou desene na lousa as estruturas. Também é possível montar as estruturas moleculares com massinha e palito.

Atividade 5: Jogo ‘De cara com as funções orgânicas’ (2 aulas de 45min)

Nessa atividade não há necessidade de realizar mudanças, a dinâmica pode ser a mesma realizada pelo PIBID.

Atividade 6: Questionário Final - Avaliação (1 aula de 45min)

Assim como Lauthartte e Junior (2011), como forma de avaliar o aprendizado, a proposta é pedir aos estudantes a elaboração de uma carta, sendo o destinatário de livre escolha. Nesta, deverá ser expressa tanto a opinião sobre as atividades vivenciadas como os conceitos debatidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta etapa, após reflexões pautadas por observações e análises, construiu-se um desfecho sobre o caminho percorrido nessa pesquisa. Há de se considerar que como docente no ensino básico a tarefa de realizar uma pesquisa em nível de mestrado é uma tarefa complexa. Como também se torna uma vantagem, ao trabalhar uma pesquisa na área do ensino, ter acesso diário aos dilemas escolares.

Atrair a teoria à prática não é nada fácil, a sala de aula constitui um ambiente singular no qual existe uma necessidade enorme de planejamento e estudo, por isso a inspiração para esse estudo partiu de atividades reais vivenciadas desde do planejamento até a implementação em sala de aula. Logo no início dessa pesquisa, observou-se a necessidade de conhecer o campo de estudo sobre HC e a partir dele começar a compreender os caminhos para a constituição da área e a importância da sua interface com o ensino, apontando os benefícios e dificuldades para a efetivação da abordagem. Foi possível atentar-se a evolução sobre as orientações nos documentos oficiais. E, apesar dessas percepções, a maioria dos materiais didáticos usados nas aulas pelos professores, carecem de uma abordagem historiográfica adequada.

Foi por meio das atividades elaboradas pelo PIBID que se encontrou uma preocupação em relação à aproximação da formação acadêmica a sala de aula por meio da abordagem histórica. Com os critérios estabelecidos foi possível a eleição de duas SAT para análise, a SAT Alquimia e a SAT Orgânica, ambas direcionadas ao ensino médio. Houve a descrição das SAT que foi possível por conta da participação nas reuniões do grupo e do acompanhamento das implementações nas escolas. Fator essencial para validação de materiais didáticos, pois já teriam passado por uma situação real.

A análise foi realizada por meio dos parâmetros desenvolvidos por Forato (2009), esses descritos nessa pesquisa e adaptados para perguntas. Através do estudo dos mesmos pôde-se dividi-los em três vertentes, a primeira se preocupa com o planejamento das atividades, a segunda com a questão da abordagem histórica e a terceira com a funcionalidade em sala de aula. Dessa maneira, encontramos a importância das relações entre as áreas de História e Pedagogia para a melhoria no ensino de ciências (Química, Biologia, Física).

História, pois um professor especialista em Química, por exemplo, pode não conhecer aspectos específicos da área histórica para a organização de propostas, tendo que realizar pesquisas que tomariam certo tempo, o que pode ter como consequência a desistência, já que o

trabalho de docente é muito dinâmico havendo uma demanda muito rápida de atividades. A área pedagógica é essencial para o desenvolvimento do aluno nas atividades, preocupando-se com tipo de metodologia o professor pode usar a fim de estabelecer maior interesse do aluno. Logo, considera-se importante o trabalho em grupo nas escolas que pretendem desenvolver projetos na área de HC.

Os parâmetros facilitaram os caminhos para análise indicando pontos essenciais para uma proposta na interface entre HC e ensino de ciências. Eles indicaram que as SAT elaboradas chegaram as salas de aula com bom potencial, tinham temáticas coerentes, abordaram ao menos um aspecto da natureza da ciência, continham resumos pertinentes e abordaram conceitos científicos presentes nos documentos oficiais. Entretanto, como já esperado, propostas desse tipo esbarram em muitos obstáculos como a dificuldade de fontes adaptadas para nível básico, problemas didáticos para uma contextualização significativa e extensão dos episódios.

Muitos dos problemas encontrados foram possíveis de serem contornados com as orientações dos próprios parâmetros. Nas sequências reformuladas as atividades foram adaptadas para que os professores possam aplicá-las sozinho, com recursos de fácil acesso, que possam enriquecer a formação do professor em relação a temática usada.

Finalmente, deixo aqui minha impressão sobre a utilização da abordagem no ensino: trabalhar com a abordagem histórica nas aulas de Química é um dos caminhos para melhoria do ensino em vista a alfabetização científica. Todavia, deve haver a expansão de trabalhos como os do PIBID, em relação a formação de professores, já que a abordagem permeia tantos pontos críticos. Deve-se ressaltar que as sequências analisadas emergiram de um contexto favorável, o que não é comum, muitos professores não tem acesso a esse tipo de formação e consequentemente atividades desse tipo não alcançam a educação básica.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A., et al. Historia de la ciencia para ensinar natureza de la ciencia: uma estratégia para la formación inicial del professorado de ciencia. *Educacion Química* (2017).
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. *O que é História da Ciência*. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. *Science & Education* 13 (3) :179-195, 2004. Disponível em: <http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/AllchinsobrePseudo_20824.pdf>. Acesso 16 jan. 2019.
- ALLCHIN, D. *Teaching the Nature of Science: perspectives & resources*. Saint Paul, MN: SHiPS Education Press, 2013.
- ANDRÉ, M. *Etnografia da prática escolar*. 1. ed. Editora Papirus, 2015.
- BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Variações da história da ciência no ensino de ciências. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2008, Belo Horizonte. *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, p.1-9, 2008. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p1023.pdf>>. Acesso em 12 jan. 2019.
- BARROS, J. D. Considerações sobre o paradigma positivista em história. *Revista Historiar*, v. 4, n. 4, p. 1-20, 2011. Disponível em <http://uvanet.br/hist/janjun2011/paradigma_positivista.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2017.
- BASTOS, F. História da Ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In: NARDI, R.; *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras Editora, 1998, p. 43-52.
- BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. *História Da Ciência Para Formação de Professores*. São Paulo: Livraria da física, 2015.
- BORGES, D. B. de S. *A construção de uma abordagem histórica para o ensino de termodinâmica: Sadi Carnot e o estudo da máquina térmica*. 2016. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Programa Pós-graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2016.
- BRASIL. *Lei nº 11.502 de 2007*. Modifica as competências e a estrutura organizacional da CAPES. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111502.htm>. Acesso em 19 jan. 2019.
- BRASIL. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 12 jan. 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf>. Acesso em 12 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Editais PIBID 2007-2008*. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/editais/Editais_PIBID.pdf>. Acesso em 19 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC, 2006. V.1. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em 12 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>>. Acesso em 12 jan. 2019.

CERIDORIO, L. F.; WALERIO, M. R. P.; MARTORANO, S. A. A. Análise do uso de atividade corporal para compreensão do modelo atômico de Rutherford. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), 2016. *Anais XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Florianópolis: Dpto de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (QMC/UFSC), 2016. v. único. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1966-1.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

CRUZ, L.S. *Abordando frações em perspectiva histórica: Uma possibilidade de ensino para a educação básica*. 2016. Dissertação (Mestrado em História da Ciências) - Programa Pós-graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2016.

DEBUS, A. G. Ciência e história: o nascimento de uma nova área. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M. A.; BELTRAN, M.H.R. (Org.). *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004, p. 13-39.

FORATO, T. C. de M. *A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FORATO, T. C.; PIETROCOLLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p27>>. Acesso em 12 jan. 2019.

FORATO, T. C. M.; BAGDONAS, A. *Overcoming obstacles for the use of history of science to teach science and nature of science* (no prelo). In: Maurício Pietrocola; Ivã Gurgel. (Org.). *Crossing the Border of Traditional Science Curriculum: innovative teaching and learning in Science Basic Education*. 1ed. Boston: Sense Publisher, 2017, v. 1, p. 181-206.

FRANCO, S.; REIS, I. Os livros didáticos de química indicados pelo PNLD 2015: A história da ciência empregada na temática “quantidade de matéria” e sua unidade, mol. *HOLOS*, Ano 33, Vol. 02. 2017.

GATTI, B. A. Formação de professores: condições e problemas atuais. *Revista internacional de formação de professores*, v. 1, n.2, p. 161-171, 2016. Disponível em: <<http://itp.ifsp.edu.br/ojs/index.php/RIFP/article/view/347/360>>. Acesso em 19 jan. 2019.

GIL PERÉZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*. p. 125-153, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>> Acesso em: 21jan. 2018.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. p.176.

GOMES, T. G. *Uma história da radioatividade para a escola básica: desafios e propostas*. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

GUILGER, F. J.; MARTORANO, S. A. A.; MITAMI, F. R.. História da alquimia e teatro no ensino: uma amálgama. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), 2016, Florianópolis. *Anais XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Santa Catarina: Dpto de Química da Universidade Federal de Santa Catarina (QMC/UFSC), 2016. p. 1-8.

MARTINS, A.F.P. História e Filosofia da Ciência No Ensino: Há muitas pedras nesse caminho. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 24, n. 1: p. 112-131, abr. 2007. Disponível em: <<file:///C:/Users/Estela/Downloads/Dialnet-HistoriaEFilosofiaDaCienciaNoEnsino-5165921.pdf>>. Acesso em 17 jan. 2019.

MARTINS, R. de A. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (ed.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/284269/mod_resource/content/2/LIVRO%20CIBELI.pdf>. Acesso em 12 jan. 2019.

MARTINS, R. de A. Sobre o papel da História da Ciência no ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. n. 9, pag. 3-5, 1990.

MARTORANO, S. A, A.; MARCONDES, M. E. R. As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 3, p. 341- 355, 2009.

MARTORANO, S. A, A.; MARCONDES, M. E. R. Investigando as ideias e dificuldades dos professores de química do ensino médio na abordagem da história da química. *História da Ciência e Ensino: Construindo interfaces*. Volume 6, 2012 – p. 16-31.

MARTORANO, S. A, A.; SANTANA, E. F. Desafios na implementação de propostas sobre História da Ciência no ensino. In. VII Congresso Brasileiro de Educação (CBE), 2019, Bauru. *Anais VII CBE – Escola pública como direito: desafios e perspectivas no Brasil contemporâneo*. Bauru: Unesp, 2019 . p. 1 – 8.

MARTORANO, S. A. A.; SANTANA, E. F.; REIS, D. P.; GAMA, T. V. Abordando Dalton no ensino médio. In: V Encontro Nacional das Licenciaturas (ENALIC), 2014, Natal. *Anais V ENALIC Professores em espaço de formação: mediações, práxis e saberes docentes*. Natal: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte EDUFRN, 2014. p. 1-9.

MARTORANO, S.A.A. *A transição progressiva de professores do ensino médio em seus modelos de ensino de cinética química*. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MARTORANO, S.A.A.; CERIDÓRIO, L. F. Pibid subprojeto Química: história e filosofia no ensino de Química. In: CARVALHO, J. do P.F. (Org.). *Experiências de Formação de Professores nos Arrabaldes das Cidades de Diadema e Guarulhos, SP*. Jundiaí: Paco Editorial:2017.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual da Reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 1995, p. 164-214. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>>. Acesso 09 set. 2018.

MITAMI, F. R.; MARTORANO, S. A. A.; SANTANA, E. F.. Análise das Concepções sobre química orgânica no ensino médio. In: ENPEC, 2017, Florianópolis. XI ENPEC, 2017.

MOURA, B. A. *A aceitação da óptica newtoniana no século XVIII: subsídios para discutir a natureza da ciência no ensino*. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?. *Revista Brasileira de História da Ciência*. Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, jan | jun 2014.

NASCIMENTO, et al. Formação docente e sua relação com a escola. *Revista portuguesa de educação*, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-91872016000200002>. Acesso em 19 jan. 2019.

NOGUEIRA, M. T. M. V.; CORTEZ, C. F. M.; COELHO, M. F.; MARTORANO, S. A. A. Abordagem Histórica no Ensino de Química: De Lavoisier à Avogadro. In: XIII EVEQ Interação escola-universidade: desafios para a construção conjunta de espaços formativos, ARARAQUARA, 2015. *Anais do XIII EVEQ Interação escola-universidade: desafios para a construção conjunta de espaços formativos*, p.1-9.

NÓVOA, A. Conferência “Formar professores para o futuro”, III Encontro PIBID UNESPAR. *Vídeo*, 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=r4Vz_nm5QQ>. Acesso em 19 jan. 2019.

NÓVOA, A. “*Se fosse brasileiro, estaria indignado com a situação da educação*”. [28 mar. 2017]. Entrevistador: Tais Paiva. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/educacaoreportagens/se-fosse-brasileiro-estaria-indignado-com-a-situacao-da-educacao/>>. Acesso em 9 jul. 2019.

PORTO, P. A. História e filosofia da ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 159-180.

REIS, D. P.; CORTEZ, C.F.M.; SANTANA, E. F.; GAMA, T.V.; MARTORANO, S. A. A. Abordando Densidade e o estudo da pseudo-história de Arquimedes e a coroa do rei no Ensino Médio. In: XIII Evento de Educação em Química (EVEQ), 2015, Araraquara. *Anais*

XIII EVEQ Interação escola-universidade: desafios para a construção conjunta de espaços formativos, 2015. p. 1-12.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Estudo de casos no ensino de química*. 2 ed. Campinas: Átomo, 2010. 93 p.

SANTANA, E. F.; GAMA, T.V.; MARTORANO, S. A. A. PIBID Química: A atividade lúdica nas aulas de Química do ensino médio. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2015, Águas de Lindóia. *Anais X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, 2015. p. 1-8.

SÃO PAULO (Cidade). Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. *Currículo da Cidade: Ensino Fundamental: Ciências Naturais*. São Paulo: SME/COPED, 2017.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria dos Estudos e Normas Pedagógicas. *Ensino de Química: dos fundamentos à Prática*. 2.ed. São Paulo, SE/CENP, 1988. V.1.

STINNER, A.; MCMILLAN, A. B.; METZ, D.; JILEK, J M.; KLASSEN, S. The Renewal of Case Studies in Science Education. *Science & Education* 12: 617–643, 2003.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

WALERIO, M. R. P.; CARDOSO, G. O.; CARDOSO, C.; NOGUEIRA, M. T. M. V.; COELHO, M. F.; MARTORANO, S. A. A. PIBID/Química: Abordando Lavoisier no ensino médio. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ), 2014, OURO PRETO. *Anais do XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ)*. Ouro Preto: UFOP, 2014.

YIN, R.K. *Estudo de caso planejamento e métodos*. 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. p.196.

ANEXOS e APÊNDICES

ANEXOS

Anexo 1: SAT Alquimia – Implementada em turmas do primeiro ano do ensino médio pelo PIBID Química UNIFESP

Atividade 1: Questionário inicial

1. Você acredita que um metal pode ser transformado em outro? Por que?
2. Você já ouviu falar em pedra filosofal? Se sim, o que você sabe sobre ela?
3. Quantos metais você conhece? Quais são eles?
4. O que é um elemento? Você sabe onde os elementos químicos são usados no seu dia a dia?
5. Nos quadros abaixo procure fazer um desenho sobre o que você acredita ser:

Um alquimista	Um cientista
---------------	--------------

Atividade 2: Texto

Os alquimistas e seu labor

Por Fernando J. Guilger e Thaís C. M. Forato

Durante séculos, em lugares como a Europa e em domínios árabes (com influência também de egípcios, chineses, caldeus, medos-persas e judeus), buscava-se a pedra filosofal – um material que fosse capaz de tudo purificar e de curar qualquer doença, de acordo com algumas tradições. Também se acreditava na transmutação dos metais. Sendo possível obter o ferro e o estanho pelo aquecimento de minérios grosseiros, deduziam que com mais algumas transformações talvez fosse possível converter o estanho em prata e, posteriormente, a prata em ouro. Escondidos em seus laboratórios, cercados apenas por gente de confiança com quem poderiam dividir seus segredos, lá estavam eles: os alquimistas. Em alguns lugares e momentos eram aceitos pela sociedade, sob outras circunstâncias, sofriam alguma perseguição. Quem eram os alquimistas? De que modo contribuíram para a Ciência? Por quais motivos praticavam a Alquimia em segredo?

Tanto quanto a prática em si, a origem da Alquimia é antiga e gera controvérsias. Com a busca por ouro e vida eterna, muitos alquimistas — mas nem todos, visto que não havia um consenso entre eles, a Alquimia era, por assim dizer, um caminho pessoal, subjetivo — trabalharam com vários dos materiais conhecidos na época. Assim, durante períodos como a Idade Média, eles trouxeram importantes contribuições. A descoberta de substâncias novas, a destilação do álcool, a produção de ácidos fortes, a separação do metal cobalto e várias outras preparações são creditadas aos alquimistas. Contudo, não estavam apenas em busca de ouro e da longevidade, muitos deles entendiam a Alquimia como um caminho para o aprimoramento pessoal, para a elevação do espírito e sua aproximação com o Criador!

O sistema explicativo muitas vezes adotado, era basicamente o mesmo da tradição aristotélica: os quatro elementos ou algum sistema derivado. Como o céu parecia imutável em comparação a terra, pois aqui as coisas pareciam fadadas a mudança e o caos, enquanto lá em cima parecia haver regularidade e constância, Aristóteles supunha que havia naturezas distintas entre terra e céus. Tudo na Terra seria composto então pelos quatro elementos filosóficos (terra, fogo, ar e água), enquanto os Astros, e tudo que existisse fora da Terra, seriam feitos de um quinto elemento chamado éter. Por isso, essas coisas imutáveis, compostas por tal elemento eram chamadas de “eternas”.

A alquimia, até o século XVII, foi importante por preservar e desenvolver o conhecimento ancestral sobre os materiais. Os alquimistas desenvolveram técnicas de laboratório. Trabalhavam em segredo por temerem a perseguição e desejarem preservar sua filosofia apenas entre quem consideravam dignos. Além disso, eles lidavam com saberes que poderiam ser perigosos se caíssem em mãos erradas, ou pessoas sedentas pela riqueza e pelo poder. Sua busca pela fórmula da vida eterna ou da transmutação dos metais em ouro abrangia uma filosofia diferente. Imersos na concepção do período, os alquimistas buscavam interferir na natureza como modo de trabalhar a alma humana. Acelerar os processos que a natureza demoraria centenas de anos para realizar no seio da terra, os fazia entender como Deus havia determinado as leis naturais. Em suma, buscavam melhorar suas existências através do gesto simbólico de tentarem encontrar a Pedra Filosofal. Entretanto, nem todos que se anunciavam alquimistas estavam comprometidos com essa busca espiritual.

Por fim, conceitos de Alquimia influenciariam diversos filósofos naturais tais como Lavoisier (1743-1794), — o princípio de conservação de massa já era conhecido antes dele, e foi citado por Lucrécio (99 a. C. – 55 a. C.) — Isaac Newton (1643-1727), que usava a ideia de forças que atuavam à distância, entre outros pensadores, sobretudo no período conhecido como “Renascença”.

Para saber mais:

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Da Alquimia à Química. São Paulo: Landy, 2001.

FORATO, T. C. M. Os “poderes ocultos” da matéria e a gravitação universal. Scientific American. História: Os grandes erros da ciência. 6: 38-43, 2006.

Atividade 3: Texto

Elementos

A origem do nome elemento encontra-se relacionada ao termo grego “stocheion”, correspondente ao termo latino “elementum”.

O uso desses termos, nos diferentes contextos, gregos e latinos, mostra que existiam divergências nas explicações das qualidades da matéria tanto em sua aparência como em suas transformações.

O conceito de elemento começou a surgir a partir da necessidade de se explicar as mudanças observadas na natureza.

Os filósofos pré-socráticos foram os primeiros a tentar justificar o que aparentemente mudava e o que permanecia sem alteração na matéria.

Vamos a seguir conhecer um pouco as ideias sobre a constituição da matéria desses **Filósofos pré-socráticos**:

Tales de Mileto (624-544 a.C.) – considerou a água o único e primordial princípio responsável pela multiplicidade dos seres. Ou seja, todos os seres vivos eram constituídos pela água.

Anaximandro (610-546 a.C.) – Aprendiz de Tales, foi o primeiro a usar o **termo “arché”** (princípio), discordando da existência de um único princípio. Para ele, o princípio de tudo seria o “apeiron”, uma substância primária, indeterminada e imaterial.

Empédocles (490-430 a.C.) – Usou a ideia de quatro princípios ou elementos primordiais: Terra, água, ar e fogo.

-O amor e ódio eram as forças antagônicas que promoviam a união ou dissociação dos quatro elementos e explicavam as mudanças observadas no mundo.

-Usou o **termo “raízes”** ao invés de elementos.

Aristóteles (384-322 a.C.) – Atribuiu qualidades aos quatro elementos (terra, água, ar e fogo) – princípios de Empédocles.

-Considerava que tudo era formado por uma matéria de base ou substrato “hylé”, a este juntavam as qualidades responsáveis pela sua aparência e forma – quente, seco, frio e úmido.

-Todas as substâncias existentes seriam formadas pelos quatro elementos e cada elemento era caracterizado por um par de qualidades.

-Usou a **palavra “stocheion”** tanto como elemento como princípio.

Fonte: Conceito de Elemento, da Antiguidade à Modernidade. Maria da Conceição Marinho Oki; Química Nova na Escola, Nº 16, novembro de 2002.

Atividade 4: Texto

Os Elementos, continuando a sua história...

Os **quatro elementos** de Empédocles (terra, água, fogo e ar) e, depois os de Aristóteles, eram considerados como existentes em todas as substâncias; os metais, por exemplo, não eram considerados como corpos simples, ou seja, eles eram formados por mais de um elemento.

Atribui-se a Jabir ibn Hayyan, um alquimista árabe sobre o qual não se tem certeza sobre as suas origens, mas que teria vivido entre os séculos VIII e IX, a introdução da **teoria do “enxofremercúrio”**, baseada numa concepção dualista.

Segundo essa teoria, todos os corpos seriam formados em diferentes proporções por *dois princípios*: o enxofre, portador da propriedade combustibilidade, e o princípio mercúrio, carregador da metalicidade. Assim ele explicava a formação dos metais.

A concepção de que a mudança na proporção das quantidades dos elementos constituintes podia levar à mudança nas propriedades e aparência dos corpos foi a base teórica para a crença na **transmutação de metais** menos nobres naquela cuja combinação de qualidades seria a mais perfeita possível: o ouro.

Essas tentativas foram empreendidas por alquimistas árabes e europeus durante o período medieval usando-se vários procedimentos e operações.

A **transmutação** seria possível pela modificação da composição natural dos corpos. O ouro era o metal que encerrava uma composição ideal dos constituintes enxofre e mercúrio e uma maior pureza.

Esses **“elementos-princípios”** introduzidos no período da Alquimia ficaram conhecidos como espagíricos e a eles foi adicionado por Paracelso (1493-1541), no século XVI, o elemento **sal**, causador da solubilidade dos corpos e cuja presença estava relacionada à estabilidade.

Devemos considerar que, no contexto em que foram propostos, os elementos enxofre e mercúrio eram princípios abstratos não devendo ser confundidos com as substâncias reais que desde aquela época e até hoje têm o mesmo nome.

Fonte: Conceito de Elemento, da Antiguidade à Modernidade. Maria da Conceição Marinho Oki; Química Nova na Escola, Nº 16, novembro de 2002.

Atividade 5: Experimento

Experimento transmutação

Materiais e Reagentes

- Uma moeda de 1 centavo ou de 5 centavos
- Hidróxido de Sódio (NaOH) 3Molar
- Zinco Metálico (Granulado ou em pó)
- Fonte de Calor (Lamparina)
- 2 Béqueres
- Pinça
- Espátula
- Água
- Palha de aço

Procedimento

1. Coloque a Solução de Hidróxido de Sódio no béquer.
2. Adicione o Zinco metálico dentro do béquer com a solução de Hidróxido de Sódio.
3. Em seguida coloque a moeda dentro dessa solução e aqueça até ferver (A moeda deve estar limpa, antes de utiliza-la raspe com a palha de aço). Espere alguns minutos.
4. Retire a moeda utilizando a pinça, observe e anote a mudança que ocorreu.
5. Lave a Moeda com água e seque.
6. Em seguida segure a moeda com a pinça e leve diretamente á alguma fonte de calor por alguns segundos.
7. Observe e anote a mudança que ocorreu.
8. Raspe a moeda com a nova coloração utilizando a palha de aço, observe e anote a mudança.

Interpretando os resultados

- a) O que você acredita que ocorreu quando a moeda foi colocada na solução de Hidróxido de sódio com o zinco e aquecida?
- b) O que você acredita que ocorreu quando a moeda foi aquecida pela segunda vez?

Retirado de Ponto Ciência. <http://pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=154#top>

Atividade 6: Texto

Os Elementos, finalizando a sua história

As ideias que estudamos até agora tinham em comum a ideia de elemento-princípio, ou seja, que os corpos eram formados pela combinação de dois ou mais princípios, como por exemplo, enxofre e mercúrio.

Uma definição de elemento que já é considerada moderna foi formulada por um dos mais importantes químicos do século XVII, o inglês **Robert Boyle** (1627- 1691). Boyle apresentou uma definição que discordava das concepções de elementos como princípios:

“Chamo agora elementos certos corpos primitivos e simples, perfeitamente puros de qualquer mistura, que não são constituídos por nenhum outro corpo, ou uns pelos outros, que são os ingredientes a partir dos quais todos os corpos que chamamos misturas perfeitas são compostos de modo imediato[...]”

Esse conceito, que difere muito das concepções aristotélicas e espagíricas (Paracelso) que dominaram a Química até o período medieval, a passa a fundamentar todo o estudo da Química no século XVIII: a análise dos corpos.

Lavoisier (1743-1794) usou meios experimentais para contestar os conceitos antigos, herdados de Aristóteles e dos alquimistas. Ele adotou o conceito introduzido por Boyle, dando-lhe uma existência concreta e precisa.

Para **Lavoisier** elemento seria toda aquela substancia que não pode ser decomposta por algum tipo de análise química. Ele introduziu uma nova nomenclatura para substancias químicas que refletissem a sua composição. Em sua tabela, por exemplo, o que era antes chamado de ar vital pelos antigos, ele deu o novo nome de oxigênio.

Jons Jacob Berzelius (1779-1848) - Trata em seu livro-texto “Manual de Química” a concepção de “elemento” como sinônimo de “corpo simples”.

Mendeleev (1871) – Propôs uma diferenciação entre “elemento” e “corpo simples”. “Corpo simples” seria qualquer coisa de material, metal ou metaloide, dotada de propriedades físicas e químicas, correspondendo a ideia de molécula. O nome “elemento” deveria caracterizar as partículas materiais que formam os corpos simples e compostos e que determinariam o modo como se comportam.

Embora os conceitos de elemento e átomo tenham sido introduzidos pelos gregos, não coube a eles a associação desses conceitos; este foi um mérito da Química moderna e do processo interativo teoria e prática, ideias e técnicas que permanentemente se modificam e se influenciam mutuamente.

John Dalton (1766-1844) realizou as primeiras determinações de pesos atômicos. Esses resultados obtidos por ele foram responsáveis pela aceitação da Química como ciência exata.

Nesse período, os valores determinados para os pesos atômicos nem sempre eram concordantes, o que se atribuía à imprecisão dos métodos experimentais e aos diferentes referenciais que eram usados como base para os cálculos. Foi necessária uma nova maneira de interpretação dos dados experimentais que colocava em cheque o segundo postulado de Dalton e passava a admitir a ideia de que átomos de um mesmo elemento pudessem ter pesos diferentes. Essa ideia passou a orientar pesquisas que pudessem fornecer evidências da existência dos isótopos.

O termo isótopo foi criado em 1913 por **Frederick Soddy** (1877-1956) e incorporado à linguagem científica nas primeiras décadas do século XX.

Francis Willam Aston (1877-1945), contribuiu, estabelecendo evidências de que o conceito de isótopo aplicava-se a todos os elementos. O conceito de elemento passou a ser definido com base na estrutura atômica e molecular.

Atualmente, a identificação de um elemento químico passou a ser feita pelo seu número atômico e a sua caracterização considera a configuração eletrônica e os elétrons responsáveis pelas interações químicas que chamamos de elétrons de valência. O elemento químico deixou de ser o fim último da análise química, posição que passou a ser ocupada pelas partículas subatômicas.

Fonte: Adaptado de Conceito de Elemento, da Antiguidade à Modernidade. Maria da Conceição Marinho Oki; Química Nova na Escola, Nº 16, novembro de 2002.

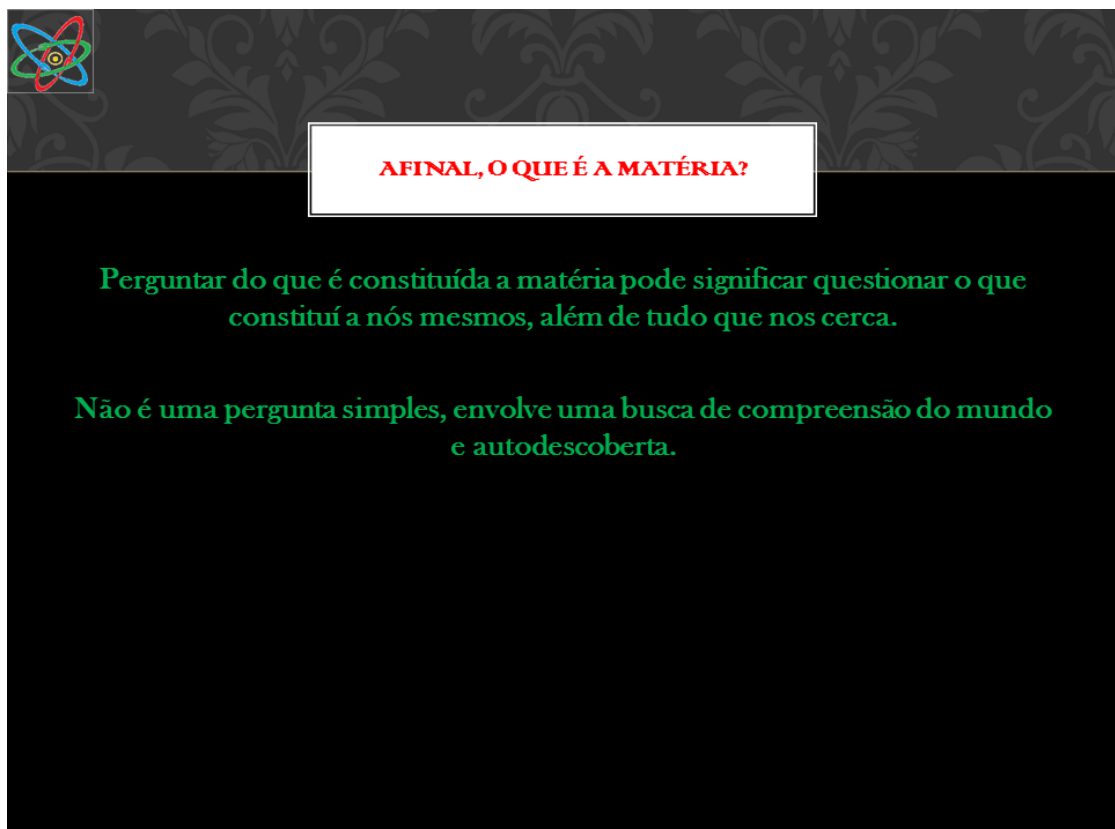
Atividade 7: Linha do tempo

Montando uma linha do tempo

Na linha do tempo os bolsistas recortaram trechos dos textos lidos durante as aulas e pediram aos alunos para organizá-los em ordem cronológica além de fazer associações com imagens que tinham relação com o contexto do trecho.

Atividade 8: Slides

Apresentação em slides: Do que é feita a matéria?





AFINAL, O QUE É A MATÉRIA?

Até o século IX a.C. a natureza era explicada através dos mitos.



Os filósofos gregos parecem ser os primeiros a romper com esse pensamento e fazer uma crítica racional aos mitos.



DUAS CORRENTES.

Anaxímenes (585 a.C. – 528 a.C.) diz que o princípio seria o *ar*;
Por fim, com Empédocles (490 a.C. - 430 a.C.), temos os famosos quatro
elementos: *fogo, água, terra e ar*.





DUAS CORRENTES.

Assim, surgem duas correntes filosóficas distintas na Grécia.

Temos os “elementaristas” e os atomistas.

Democritus philosophus



Aristoteles



Imagens da *Crônica de Nuremberg*.



DUAS CORRENTES.

Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.) defende a visão de Empédocles e acrescenta um quinto elemento ou quintessência: o **Éter**.

Aristoteles





DUAS CORRENTES.

Os “elementaristas” buscavam um princípio universal para todas as coisas.

Tales (624 a.C - 546 a.C) atribuí este princípio universal a *água*;

Anaximandro (610 a.C. – 547 a.C.) fala do *Apeiron*, um ente imponderável;



DUAS CORRENTES.

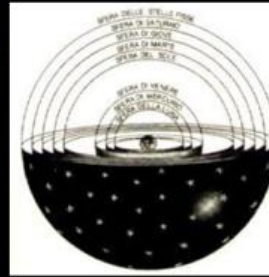
Estes pensadores procuraram na observação da natureza encontrar um princípio universal que explicasse a constituição da matéria e suas propriedades.





DUAS CORRENTES.

Eles pensavam ainda, em um universo completamente preenchido pela matéria. Para Aristóteles, por exemplo, era impensável a existência de um verdadeiro vazio. Ou seja, para ele **não existia o vácuo**.



O FIM DA ALQUIMIA.

Por fim, com as transformações sociais, políticas, econômicas e mesmo religiosas do Renascimento, as visões de mundo também foram-se transformando.

Visões de mundo místicas como a Alquimia foram gradualmente perdendo espaço para um pensamento mais materialista. Era uma busca incessante por tudo que pudesse ser testado até a exaustão.





DUAS CORRENTES.

Os atomistas, como Demócrito (460 a.C. – 370 a.C) e Leucipo (??? - 370 a.C) pensam de maneira diferente: pequenas partículas indivisíveis que formariam a matéria, os *átomos*.

Esses átomos se moveriam em espaços vazios, ou seja, no vácuo.



ELEMENTOS: MESMA PALAVRA, DIFERENTES CONCEITOS.



Robert Boyle

Boyle (1626-1691) passa a pensar em elemento como uma substância que não pode ser decomposta.

Dalton (1766 – 1844) retoma a concepção de átomos, com novas propriedades e formas de interação. A ideia de elemento passa a se referir a grupos de espécies atômicas.



John Dalton



A ALQUIMIA E OS ELEMENTOS.

Durante a Idade Média, os árabes foram responsáveis pela tradução e estudo dos trabalhos gregos.

Esses trabalhos foram importantes para os alquimistas árabes e europeus, que adotavam o pensamento aristotélico. (Em sua maioria)



ELEMENTOS: MESMA PALAVRA, DIFERENTES CONCEITOS.

Hoje, quando falamos de átomos e elementos, não estamos falando exatamente da mesma coisa que falavam os gregos e os alquimistas.

Vejamos o exemplo da **água**:

Na visão filosófica aristotélica, a água era por si só um único elemento. Atualmente, concebe-se a água como uma substância formada por dois elementos: **hidrogênio** e **oxigênio**.



Atividade 9: Texto

História da Tabela Periódica

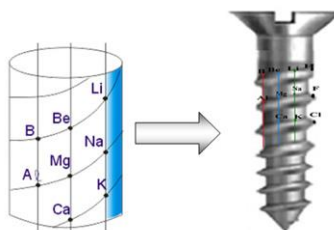
Desde a antiguidade conheciam-se alguns elementos como o ouro, a prata, o cobre e o chumbo. Porém, a primeira descoberta científica de elemento ocorreu somente em 1669, quando alquimista Henning Brand descobriu o fósforo. Dois séculos após esta descoberta, dezenas de outros elementos foram descobertos e com isto, surgiu a necessidade de classificá-los.

No século XIX, o químico inglês John Dalton realizou umas das primeiras tentativas de organização dos elementos, listando-os em ordem crescente de massas atômicas. Porém, erros nos cálculos das massas atômicas faziam com que elementos com propriedades parecidas ficassem afastados entre si, o que tornou a organização imprecisa.

ELEMENTS			
Hydrogen	1	Strontian	46
Nitrogen	5	Barytes	68
Carbon	5	Iron	50
Oxygen	7	Zinc	56
Phosphorus	9	Copper	56
Sulphur	13	Lead	90
Magnesia	20	Silver	190
Lime	28	Gold	190
Soda	28	Platina	190
Potash	42	Mercury	167

Em 1829 o químico alemão **Johann Wolfgang Döbereiner** agrupou os elementos em **tríades (grupos de três)**. As tríades foram separadas pelas massas atômicas e possuíam propriedades químicas semelhantes.

Outra proposta de organização dos elementos foi a do **Parafuso Telúrico**, onde em **1862** o geólogo francês **Alexandre Chancourtois** propôs um modelo em espiral desenhada na parte externa de um cilindro. Organizando assim, os elementos em ordem crescente de massa atômica. Linhas verticais dividiam o cilindro em 16 faixas, onde os elementos com propriedades químicas semelhantes apareciam um sobre o outro.



Posteriormente, o químico inglês **Alexander Reina Newlands** inspirou-se na música para organizar os elementos. Em 1864, Newlands enfileirou os elementos em linhas horizontais em ordem crescente de massa (sete elementos em cada fileira). Esta proposta de organização recebeu o nome de **Lei das Oitavas**.

Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti		

O professor de química **Dimitri Ivanovich Mendeleev** nascido na Sibéria baseou-se no jogo paciência e em 1869 criou uma carta para cada um dos 63 elementos conhecidos na época.

Cada carta continha a massa, propriedades e o símbolo do elemento. Mendeleev colocou as cartas sobre uma mesa e organizou os elementos em ordem crescente de massas atômicas, agrupando-as em elementos com propriedades químicas semelhantes. Em 1906 Mendeleev recebeu o prêmio Nobel por este trabalho.

No ano de 1913, o cientista britânico Henry Moseley descobriu que determinados átomos possuíam sempre o mesmo número de prótons, determinando o número atômico de cada elemento. Utilizando esta idéia, Moseley organizou os elementos por ordem crescente de número atômico.

Com o passar do tempo e com as descobertas de novos dados a Tabela Periódica foi sendo melhorada até chegar ao modelo que conhecemos atualmente.

Fonte: <http://www.tabelaperiodicacompleta.com/historia-da-tabela-periodica>

Atividade 10: Atividade lúdica

Quebra cabeça: tabela periódica

Regra: Em grupo, quatro alunos, devem tentar organizar os elementos, atentando para número atômico e o número de massa. Ao final colocar os alunos podem comparar a tabela com uma de seu livro didático ou apostila.

Modelo de quebra cabeça

87 Fr Frâncio (223)	88 Ra Rádio (226)	89-103 **	104 Rf Rutherfordio... (261)	105 Db Dubnio (268)	106 Sg Seabúrgio (271)	107 Bh Bóhrio (272)	108 Hs Hássio (278)	109 Mt Meitnério (276)	110 Ds Darmatádio (281)	111 Rg Roentgênio (286)	112 Cn Copernício (285)	113 Uut Ununtrio (284)	114 Fl Fleróvio (289)	115 Uup Ununpêntio... (288)	116 Lv Livermório (293)	117 Uus Ununséptio (294)	118 Uuo Ununoctício (294)	
23 V Vanádio 50,9415	48 Cd Cádmio 112,411						5 B Boro 10,811											
41 Nb Níbio 92,90638	12 Mg Magnésio 24,305	4 Be Berílio 9,012182		82 Pb Chumbo 207,2			13 Al Alumínio 26,9815386			1 H Hidrogênio 1,00794			44 Ru Rutênio 101,07	22 Ti Titânio 47,867		9 F Fluor 18,9984032		Au Ouro 196,966569
73 Ta Tântalo 180,94788						46 Pd Paládio 106,42	31 Ga Gálio 69,723			3 Li Lítio 6,941	19 K Potássio		76 Os Osmio 190,23	40 Zr Zircônio 91,224		17 Cl Cloro 35,453		
	Cu Cobre 63,546	20 Ca Cálcio 40,078		14 Si Silício 28,0855		78 Pt Platina 195,084	49 In Índio 114,818				25 Mn Manganês 54,938045			72 Hf Háfio 178,49		35 Br Bromo 79,904		27 Co Cobalto 58,933195
2 He Hélio 4,002602	I Iodo	38 Sr Estrôncio 87,62		32 Ge Germânio 72,63			81 Tl Tálio 204,3833		15 P Fósforo									45 Rh Ródio 102,9055
10 Ne Neônio 20,1797	8 O Oxigênio 15,9994	56 Ba Bário 137,327				74 W Tungstênio												77 Ir Írídio 192,217
18 Ar Argônio 39,948	16 S Enxofre 32,065	88 Ra Rádio (226)						51 Sb Antimônio 121,76		37 Rb Rubídio 85,4678								
36 Kr Criptônio 83,798	34 Se Selênio 78,96							83 Bi Bismuto 208,9804		55 Cs Césio 132,90545								6 C Carbono 12,0107
54 Xe Xenônio 131,293	52 Te Telúrio 127,6						7 N Nitrogênio 14,0064			87 Fr Frâncio (223)								
86 Rn Radônio (222)	84 Po Polônio (209)										21 Sc Escândio 44,955912							
											39 Y Ítrio 88,90585							
																Na Sódio 22,98976		
					</													

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1A																		8A
1		2A											3A	4A	5A	6A	7A	
2																		
3			3B	4B	5B	6B	7B	8B		1B	2B							
4																		
5																		
6			57-71															
7			89-103															

Atividade 11: Jogo

Jogo: Descobrindo a tabela periódica

Peças do jogo: Tabuleiro I, Tabuleiro II, envelope com carta contendo questões de verdadeiro ou falso (Modelo de cartas I), carrinhos ou pinos.

Como jogar:

Previamente, os monitores (alunos da licenciatura), devem cobrir os elementos, no tabuleiro I, correspondente aos existentes nas cartas.

Dividir a sala em grupos, de quatro a seis alunos, cada grupo será mediado por um monitor.

Cada componente do grupo posiciona um carrinho no tabuleiro II no ponto de partida (casa 1).

Sorteia-se um aluno para começar, ele escolherá um elemento que está escondido, descobre qual é, e então o monitor pega o envelope correspondente ao elemento e faz uma pergunta sobre ele, se o aluno acertar ele avança no tabuleiro II para a casa 2.

Então, passa-se a vez para outro aluno e assim sucessivamente.

Se alguém errar não avança de casa.

Ganha quem chegar na casa 8 primeiro.

Pode haver mais de uma rodada.

Tabuleiro I

Descobrimos a

73
Ta
Tântalo

4
Be
Berílio

57
La
Lantânio

Periódica



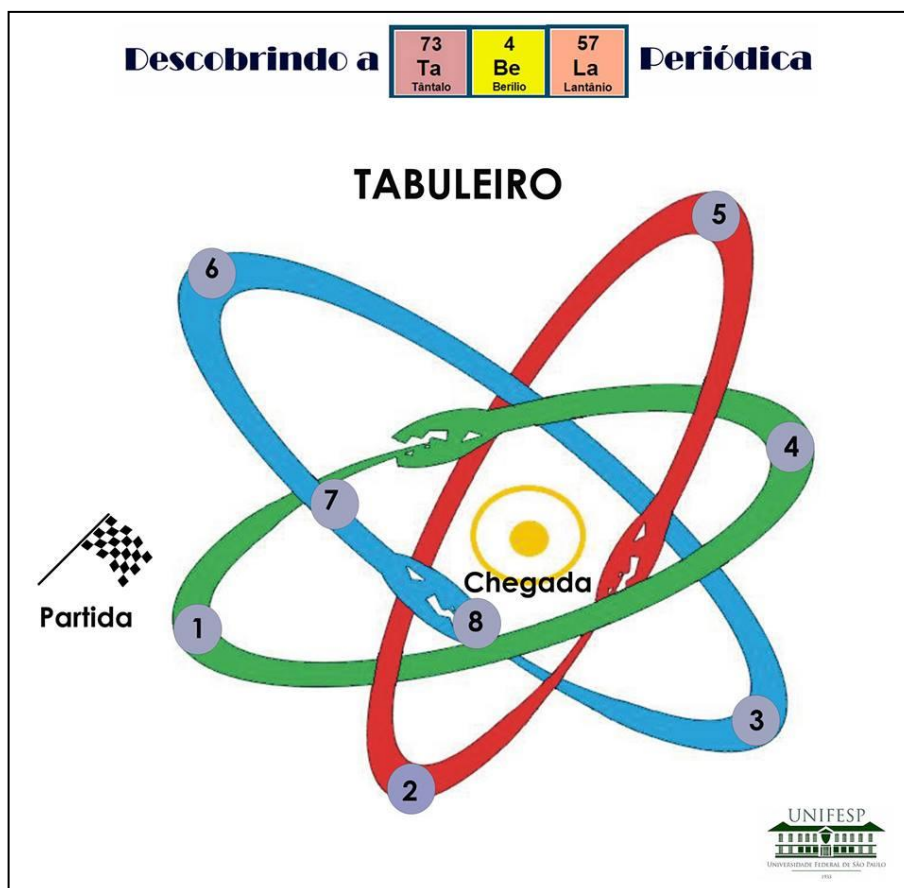

Regras

- Cada aluno terá um pino que será colocado na largada do tabuleiro;
- Tira-se na sorte quem começa;
- Na tabela periódica o aluno da vez escolhe a família e o período de um elemento químico;
- O mediador revela o elemento e tira do envelope uma questão de verdadeiro ou falso, lê para o aluno, se o aluno acertar avança de casa no tabuleiro (então será a vez do próximo), se errar permanece no mesmo lugar e passa a vez para o outro;
- Ganha o jogo quem chegar primeiro ao final do tabuleiro.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Tabuleiro II



Modelo de cartas I

CHUMBO	NÍQUEL	TUNGSTÊNIO
<p>(V) O Chumbo pode ser benéfico para homem. Pode proteger as pessoas absorvendo certos tipos de radiação e vedando a passagem de outras partículas.</p> <p>(V) Os alquimistas acreditavam que o Chumbo era o mais antigo dos metais e associavam-no ao planeta Saturno.</p> <p>(F) O Chumbo não é nocivo à saúde do homem.</p>	<p>(V) O Níquel é um metal duro, maleável, bom condutor de calor e eletricidade.</p> <p>(V) O Níquel é utilizado na fabricação de moedas.</p> <p>(V) O Níquel tem uma propriedade importante, a capacidade de proteger superfícies metálicas da corrosão, processo conhecido como niquelação.</p>	<p>(V) É resistente a altas temperaturas e corrosão.</p> <p>(V) É utilizado na fabricação de lâmpadas e celulares.</p> <p>(V) É o metal mais duro e resistente dentre todos os metais existentes na terra (4X mais duro que o titânio, 5x mais duro que o aço e 10x mais duro que o ouro).</p>

Atividade 12: Questionário final

1) O trecho a seguir explica o sistema de mundo adotado pelos alquimistas. Uma corrente de pensamento chamada “mágico-vitalista”.

“(…)O sistema explicativo muitas vezes adotado, era basicamente o mesmo da tradição aristotélica: os quatro elementos ou algum sistema derivado. Como o céu parecia imutável em comparação a terra, pois aqui as coisas pareciam fadadas a mudança e o caos, enquanto lá em cima parecia haver regularidade e constância, Aristóteles supunha que havia naturezas distintas entre terra e céus. Tudo na terra seria composto então pelos quatro elementos filosóficos (terra, fogo, ar e água), enquanto os Astros, e tudo que existisse fora da Terra, seriam feitos de um quinto elemento chamado éter. Por isso, essas coisas imutáveis, compostas por tal elemento eram chamadas de 'eternas'.”

a) Baseado no texto e nas aulas anteriores, explique quais as principais diferenças entre a Química e a Alquimia.

b) A concepção de elemento adotada pelos alquimistas não é a mesma aceita atualmente pelos químicos. O que mudou e quais as diferenças entre as duas visões?

2) Muitos alquimistas, durante a Idade Média foram acusados de ter pacto com o demônio e por este motivo foram presos, excomungados e queimados vivos, pela Inquisição da Igreja Católica. Até hoje o uso do enxofre é associado ao demônio.

Muitos dos manuscritos alquímicos foram feitos de forma incompreensível para os que não os conheciam. Por quê?

3) A tabela periódica organiza o que de outra maneira seria um arranjo confuso de propriedades de elementos químicos. Atualmente é formada por 118 elementos distribuídos em 7 linhas horizontais, os períodos. Essa disposição foi resultado de uma construção humana através dos tempos. Redija um texto sobre ela.

4) De que forma as atividades de Química relacionadas à Alquimia podem estar presentes em nosso dia a dia? Relacione situações da Idade Média com os dias Atuais.

Anexo 2: SAT Orgânica– Implementada em turmas do terceiro ano do ensino médio pelo PIBID Química UNIFESP

Atividade 1: Questionário inicial

Caro aluno, o questionário abaixo é uma forma de verificarmos o quanto você compreende sobre o assunto que trataremos nas próximas aulas, a química orgânica. É muito importante que você seja o mais sincero possível para que possamos elaborar boas propostas. Agradecemos sua colaboração.

1. Você sabe o que se estuda em química orgânica? Dê exemplos.
2. Você considera a química orgânica importante para sua vida pessoal? Justifique.
3. Você já ouviu falar em funções orgânicas? Se sim, marque com (X) quais dessas funções orgânicas você conhece:

- () Álcool
- () Fenol
- () Aldeído
- () Cetona
- () Ácido Carboxílico
- () Éster
- () Éter
- () Haletos Orgânicos
- () Amidas
- () Aminas

4. Já ouviu falar em grupos funcionais? No espaço abaixo represente os grupos funcionais que você conhece?
5. Em sua opinião um profissional de farmácia estuda apenas para produzir:
6. Você já ouviu falar nos boticários? Quem eram eles?
7. Você conhece alguma planta medicinal? De um exemplo.

Atividade 2: Texto

Dose certa

Por Fernando J. Guilger

“Tens venenos no laboratório?” perguntou Guilherme enquanto nos dirigíamos ao hospital. “Também. Mas depende do que entendes por veneno. Há substâncias que, em pequenas doses, são salutares e em doses excessivas causam a morte. Como todo bom herborista eu as tenho, e as uso com discrição. Em minha horta cultivo, por exemplo, a valeriana. Algumas gotas, numa infusão de outras ervas, acalmam o coração que bate desordenadamente. Uma dose exagerada provoca torpor e morte.”

O Nome da Rosa, Umberto Eco.

A diferença entre um remédio e um veneno, muitas vezes reside na dose. Esta não é uma ideia nova. Já na Idade Média, os *boticários* (responsáveis na época pela fabricação de remédios) sabiam da importância de uma dosagem correta para o tratamento de doenças. A maioria dos remédios era obtida por meio de plantas medicinais. Por isto, não era raro que os boticários detivessem um bom conhecimento acerca das plantas e cultivassem uma boa horta para seu trabalho.

Estas plantas eram utilizadas para o preparo de infusões, pós, extratos; ingredientes que podiam ser usados diretamente ou guardados para o fabrico de poções quando necessário. Desta forma, o boticário realizava diversas experimentações em suas *boticas* (nome dado ao estabelecimento que gerenciavam), com o intuito de aperfeiçoar e potencializar preparações conhecidas, ou mesmo criar novas receitas.

O conhecimento gerado durante a Idade Média e Renascença era administrado principalmente pelo clero. Por isto, era comum que o boticário fosse um membro eclesiástico. Além do conhecimento das ervas, chamado de *herbologia*, o boticário estudava os conceitos medicinais estabelecidos por Galeno, filósofo romano que vivera no século II. Galeno era considerado uma autoridade no assunto, e suas obras influenciaram a Medicina por muito tempo. Além disso, os boticários sabiam Astrologia e Alquimia, práticas consideradas essenciais dentro do ideário que concebia o mundo como sendo um ente vivo e mágico.

Com as Grandes Navegações, os europeus entraram em contato com plantas, animais e doenças que não conheciam. No início da colonização do Brasil, Portugal enviou para a colônia a Companhia de Jesus, mais conhecidos como jesuítas. Como mencionado anteriormente, a maioria dos boticários tinha formação religiosa. Assim, ao estabelecerem residência e catequizarem os índios, os boticários jesuítas entraram em contato não apenas com as plantas nativas, mas também com o conhecimento medicinal que pajés e curandeiros já detinham sobre seu uso. E desta forma, eles desenvolviam novos medicamentos. As boticas se alastraram; até a criação de uma botica exclusiva no Hospital da Marinha, na então Província da Bahia, via decreto Imperial, em 1861.

Os boticários foram os precursores do que hoje chamamos de Farmácia. Foram responsáveis pelo uso de ervas medicinais na confecção de remédios; inclusive sofisticando estas preparações, mediante experimentação e registro. Muito embora o contexto em que viviam seja distinto de nosso, eles foram essenciais para o desenvolvimento dos atuais conhecimentos sobre substâncias medicinais.

Para saber mais: DIEZ DEL CORRAL, F. S; SOUZA, M. L A.; NEGRÃO, O. L. Do boticário ao farmacêutico: o ensino de farmácia na Bahia de 1815 a 1949. Salvador, EDUFBA, 2009.

Atividade 3: Filme

Filme: O nome da Rosa e Texto sobre Dose Certa

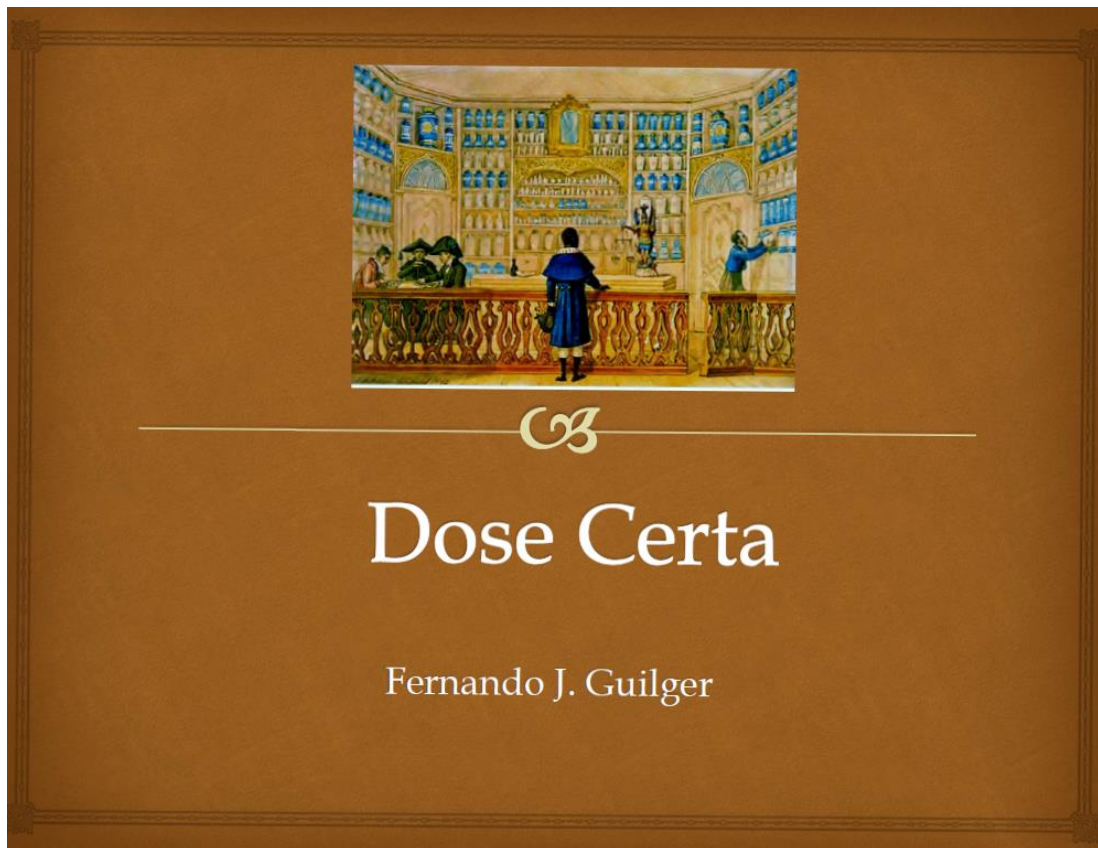
Trecho 1: Mostra o monge Benegário escondendo um livro nas dependências de uma espécie de laboratório.



Trecho 2: Mostra o monge Severino procurando algo nas dependências de uma espécie de laboratório.



Atividade 4: Slides



Dose Certa

Fernando J. Guilger

“Tens venenos no laboratório?”

- ❧ perguntou Guilherme enquanto nos dirigíamos ao hospital.
 - ❧ “Também. Mas depende do que entendes por veneno. Há substâncias que, em pequenas doses, são salutares e em doses excessivas causam a morte. Como todo bom herborista eu as tenho, e as uso com discrição. Em minha horta cultivo, por exemplo, a valeriana. Algumas gotas, numa infusão de outras ervas, acalmam o coração que bate desordenadamente. Uma dose exagerada provoca torpor e morte.”
 - ❧ “O limite entre o veneno e o remédio é bastante tênue, os gregos chamavam a ambos de *pharmacon*.”
- ❧ O Nome da Rosa, Umberto Eco.

O Nome da Rosa

- ❧ O Nome da Rosa é um famoso romance de Umberto Eco (1932-2016), publicado em 1980. Em 1986, foi lançado um filme, baseado no livro, dirigido por Jean Jacques Annaud e estrelando: Sean Connery, Christian Slater, F. Murray Abraham e Ron Perlman.



- ❧ A história se passa em uma abadia, durante uma semana. William de Baskerville é convocado para uma reunião entre franciscanos e enviados do Papa, para discutir assuntos teológicos. Mas, durante sua estadia na abadia, estranhos assassinatos acontecem...

Monges



❧ Berengário – Assistente do Bibliotecário.



❧ Severino – Boticário da Abadia.

O Laboratório de Severino



❧ *“Alambiques e outros instrumentos de vidro e louça fizeram-me pensar (e sabia disso por vias indiretas) na botica de um alquimista. Em prateleiras, ao longo de parede externa, estendia-se uma série de ampolas, bilhas, vasos, repletos de substâncias de várias cores.”*

❧ *O Nome da Rosa, Umberto Eco.*

Ferramentas



✧ Balança



✧ Retorte



✧ Modelo
Astrológico

Grandes Navegações



"Desembarque de Cabral", 1922 - Oscar Pereira da Silva (1865-1959)

Jesuítas



“Primeira Missa no Brasil”, 1860 – Victor Meirelles (1832-1903)

Boticas no Brasil



Disponível em: <http://onneoff.blogspot.com.br>

Bibliografia



- ✎ ALFONSO-GOLDFARB, A. M. *Da Alquimia à Química*. São Paulo: Landy, 2001.
- ✎ _____. *O que é História da Ciência*. São Paulo: Brasiliense, 1994 .
- ✎ AVENI, A. *Conversando com os Planetas: Como o Mito e a Ciência inventaram o Cosmo*. Tradução: Cecília Camargo Bartalotti. São Paulo. Mercuryo, 1993.
- ✎ DIEZ DEL CORRAL, F. S; SOUZA, M. L A.; NEGRÃO, O. L. *Do boticário ao farmacêutico: o ensino de farmácia na Bahia de 1815 a 1949*. Salvador, EDUFBA, 2009.
- ✎ ECO, U. *O Nome da Rosa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira S/A, 1983.
- ✎ FORATO, T. C. M. Os "poderes ocultos" da matéria e a gravitação universal. *Scientific American Brasil História*, São Paulo, v. 6, p. 38-43, 16 out. 2006.
- ✎ YATES, F. *Giordano Bruno e a Tradição Hermética*. Tradução: Yolanda Steidel de Toledo. São Paulo. Círculo do Livro, 1964.

Atividade 5: Oficina

Creme de Hortelã para pele

Manipulação de fórmulas

Fórmulas produzidas a partir de plantas "in natura" ou manipuladas, tem sido praticada há milênios, mas somente em 1976 a OMS (Organização Mundial da Saúde) incluiu essa prática nos seus programas.

Os Fitoterápicos além de serem usados "in natura", a partir destes, podem ser preparadas tinturas, pomadas, xaropes, vinhos, condimentos, vinagre e óleo aromatizado, cosméticos e outros. Essas formas caseiras de preparo das plantas medicinais sempre fizeram parte da farmácia caseira de nossas famílias.

Cuidados em geral na manipulação de Fórmulas:

- Higiene
- Ambiente
- Utensílios
- Pessoal

Creme Hortelã – Problemas reumatológicos

Ingredientes

7g de creme Lanette

5 g de vaselina sólida

1ml de essência de hortelã

Algumas folhas maceradas de hortelã

Preparo - Colocar a lanolina em um recipiente. Incorporar a essência e as folhas maceradas na lanolina com a espátula. Juntar a vaselina, mexendo bem.

Guardar em potes etiquetados.

Validade: 3 meses

Atividade 6: Oficina

Creme de Babosa para pele

Manipulação de fórmulas

Fórmulas produzidas a partir de plantas "in natura" ou manipuladas, tem sido praticada há milênios, mas somente em 1976 a OMS (Organização Mundial da Saúde) incluiu essa prática nos seus programas.

Os Fitoterápicos além de serem usados "in natura", a partir destes, podem ser preparadas tinturas, pomadas, xaropes, vinhos, condimentos, vinagre e óleo aromatizado, cosméticos e outros. Essas formas caseiras de preparo das plantas medicinais sempre fizeram parte da farmácia caseira de nossas famílias.

Cuidados em geral na manipulação de Fórmulas:

- Higiene
- Ambiente
- Utensílios
- Pessoal

Creme Babosa para pele – Pele ressecada

Ingredientes

1 colher sopa (+ou- 25g) de creme Lanette

1 colher sopa de óleo de semente de uva

1 colher sopa de óleo de coco

1 colher de café da polpa da babosa

Preparo – Bater a vaselina até ficar branca, acrescentar o creme lanette e adicionar os óleos e a polpa de babosa pouco a pouco, mexendo bastante, como maionese.

Guardar em potes etiquetados.

Validade: 3 meses.

Atividade 7: Oficina

Oficina da comida

Tabule

O tabule é um prato que reflete a cozinha tradicional libanesa, apreciada no mundo Árabe, baseada nos legumes frescos, no trigo moído e no azeite de oliva.

Ingredientes

45g de trigo para kibe

200g de tomate

1 cebolas pequenas

2 pepinos

1 maço de salsinha

3 colheres (sopa) de suco de limão

2 colheres (sopa) de azeite

Sal e pimenta-do-reino a gosto

1 colher de chá de noz-moscada

Hortelã a gosto

Modo de preparo

1. Em um recipiente, deixe o trigo de molho por duas horas.
2. Lave bem o trigo em água corrente, escorra e esprema nas mãos para retirar o excesso de umidade.
3. Tirar as folhas de hortelã e da salsa, lavar, secar e picar.
4. Picar as cebolas, tomates e pepinos.
5. Junte todos os ingredientes e sirva.

Fontes:

http://www.lardruzeiro.com.br/noticias/pgnoticias_det.asp?MDI6Mzg6MjB8MTAy,

<http://www.tudogostoso.com.br/receita/58-tabule.html>

Atividade 8: atividade lúdica

Os bolsistas levaram estruturas impressas de algumas moléculas presentes nas ervas que foram plantadas na horta da escola e os alunos as montaram com uso de jujubas.

Atividade 9: Jogo ‘De cara com as funções orgânicas’

O jogo foi inserido ao final da SAT com duração de duas aulas de cinquenta minutos, com objetivo de revisar e sintetizar conceitos importantes dos conteúdos abordados durante a sequência. O jogo foi inspirado no jogo Cara a Cara comercializado pela marca Estrela®.

O jogo possui 2 conjuntos com 20 peças, onde cada peça possui uma função orgânica (figura 4), estas peças devem ficar com a parte da função viradas para o jogador (figura 6). Cada jogador sorteia uma função orgânica, o objetivo do jogo é descobrir qual a função sorteada pelo oponente. Para isto, os jogadores perguntam sobre a função sorteada pelo oponente, se possui determinado elemento, se possui apenas ligação simples, etc. As perguntas devem ser respondidas apenas com “sim ou “não”. Após a resposta do oponente o jogador abaixa as cartas que não possuem as características da função sorteada pelo colega. Cada jogador pode fazer apenas uma pergunta por rodada e apenas dois palpites durante o jogo. Ganha quem acertar primeiro a função orgânica do seu adversário, ou esperar restar uma única carta que será a função do seu adversário.

Atividade 10: Questionário final (Intervenção artística feita pelos alunos sobre assuntos da SAT).

APÊNDICES

Apêndice 1: SAT Alquimia e Química: caminhos para entendimento de concepção da matéria como elemento químico

Atividade 2: A passagem da alquimia à química: uma história lenta e sem rufar de tambores (Texto de Ana Maria Alfonso-Goldfarb e Márcia H. M. Ferraz, adaptado para sala de aula)

A alquimia lidava com teorias e receituários considerados sigilosos, pois continham segredos de ofício. Raramente havia circulação de ideias e, portanto, cada estudioso ou grupo de estudiosos mantinha diferentes formas de pensar e operar sobre a matéria.

Um episódio interessante, se dá na correspondência, em meados do século XVII, entre dois personagens da história da química. Um deles era o doutor Francesco Travagino, bastante conhecido por suas práticas médicas, o próprio fora citado pela Inquisição Veneziana por pertencer a um círculo de alquimistas, cujas práticas eram proibidas nessas terras. O outro era Henry Oldenburg, o bem conhecido secretário da Royal Society de Londres, desde sua fundação, por ter-se correspondido com meia Europa.

Uma série de cartas foram trocadas pelos personagens desse episódio. O ponto de partida para elas foi a eterna busca por informações sigilosas que acontecia nessa época. James Crawford, um agente da Royal Society, foi um dos intermediadores de algumas dessas correspondências. Em uma dessas cartas Crawford informa a Oldenburg que Travagino teria conseguido obter prata pura através da transmutação do mercúrio com vários tipos de plantas, sem usar outro metal. Entretanto, Crawford não havia conseguido a receita.

Oldenburg escreve, em abril de 1675, uma carta a Travagino informando-lhe sobre os trabalhos mais recentes publicados pela Sociedade. Entre tantos assuntos, pede que lhe envie o método da transmutação.

Travagino responde cerca de dois meses depois oferecendo o método pelo qual mercúrio comum foi duas vezes transformado em prata pura.

Segundo consta nos anais da Royal Society, essa receita foi lida por Oldenburg e bem recebida por vários membros da sociedade. Sabe-se que Boyle testou a amostra enviada por Travagino, concluindo que apresentava qualidades semelhantes às da prata, embora com densidade diferente, sugerindo sua análise pela casa da moeda.

No entanto, a parte singular desta história não é a receita em si. Por mais estranho que possa parecer aos olhos modernos, os arquivos iniciais dessa sociedade guardaram outras, também centradas no processo de transmutação, mas sem isso ser registrado em qualquer encontro. Qual seria, então, o motivo de tanto entusiasmo?

Tratava-se de uma das raras receitas desse processo oferecida de bom grado pelo próprio autor e acompanhada por suas explicações diretas. E, como já mencionado, isso era algo quase improvável de acontecer na época.

Isso só ocorreu porque Travagino perdera com quem discutir esses temas em sua terra natal ao ver desaparecer seu círculo de amigos. Desse modo, a oportunidade aberta por Oldenburg junto aos estudiosos da Royal Society pareceu-lhe uma benção. Assim, na primeira ocasião que teve, manifestou sua preocupação por não conseguir repetir sempre que quisesse sua receita para transformar mercúrio em prata.

Visivelmente comovido pelo tom confidencial e sincero de seu correspondente, Oldenburg apresenta justificativas que expressam com perfeição as vontades da época por encontrar um rumo moderno para a ciência do laboratório.

Antes de tudo, Oldenburg lembra que uma das sérias dificuldades enfrentadas em qualquer procedimento era ter como um dos raros parâmetros a origem do material, uma vez que essa origem era vaga e havia ainda o risco de muitas alterações até chegar ao laboratório. Como comparar os resultados assim obtidos aos de outros estudiosos, cujos procedimentos e materiais não se davam a conhecer?

De todo modo, alguém famoso como Boyle ou Lavoisier parece não ter pensado muito diferente de Oldenburg ou Travagino. Sem dúvida, o que este e seu grupo fizeram representa um importante passo para chegar aos padrões modernos, em que um material, com composição claramente definida, apresenta apenas um nome universalmente aceito.

Mas, ainda no século XIX, novamente às voltas com a composição do material e suas impurezas, um jovem estudante de química parece ter feito as mesmas questões que um dia Oldenburg propôs a Travagino. Esse estudante era W. H. Perkins que, em 1856, ao tentar sintetizar a quinina (um composto branco usado como medicamento), chega a um corante púrpura, depois chamado de malveína. A explicação para os resultados imprevistos – ainda que bem-vindos – dependia, justamente, da presença de estranhas substâncias no material de partida. Tivesse utilizado materiais de alta pureza, como era prescrito no período, Perkins talvez

não chegasse a esse maravilhoso produto que, por sinal, serviria para estabelecer parâmetros, em termos de corantes, na química orgânica.

Enfim, esses e outros exemplos compõem a história raramente contada, porque intrincada e silenciosa, que ao longo de mais de dois séculos ajudou a transformar o velho laboratório do alquimista naquele do químico, com seus parâmetros e padrões modernos.

Apêndice 2: SAT Um olhar histórico sobre a Tabela Periódica

Atividade 2: Sugestão para apresentação em slide do episódio histórico sobre a classificação periódica

O DESENVOLVIMENTO DA TABELA PERIÓDICA

Classificação Periódica dos Elementos

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA
 Endereço: Sociedade Brasileira de Química - Edifício SBQ
 Caixa Postal 26037 - CEP: 05515-970 - São Paulo (SP) - Brasil
 Fone (11) 3032-2299 - Fax (11) 3814-3602
 E-mail: sbq@sbq.org.br - Home Page: www.s bq.org.br

A tabela periódica é uma das realizações mais notáveis da química porque ela ajuda a organizar o que de outra forma seria um arranjo confuso de propriedades de elementos.

Reflexo do “impulso classificatório”- Século XVIII



Louis-Bernard Guyton de Morveau
(1737-1816)



Antoine François de Fourcroy
(1755-1809)



Claude-Louis Berthollet (1748-1822)



Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794)



Linnaeus
(1707-1778)



“óleo de vitriol” se torna
“ácido sulfúrico” e
“flores de zinco” se
torna
“óxido de zinco”

Traité Élémentaire de Chimie, Lavoisier

[illegible]

- Elementos dos corpos: calórico,oxigênio, azoto e hidrogênio.
- Não metálicas oxidáveis e acidificáveis: enxofre, fósforo, carbono, radical muriático, radical fluórico e radical borácico.
- Metálicas, oxidáveis e acidificáveis:antimônio, arsênio, prata, bismuto, cobalto, cobre, estanho,ferro, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, ouro, platina, chumbo, tungstênio e zinco.
- Salificáveis e terrosas: cal, magnésia,barita, alumina e sílica.

A questão das massas



Joseph L. Proust (1754-1826)

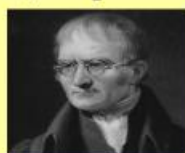


Jeremias B. Richter (1762-1807)



Antoine Laurent de Lavoisier
(1743-1794)

Os átomos, a hipótese de John Dalton (1766-1844)



“cada espécie de átomo possui uma massa característica, própria e invariável”

As triadas



O professor alemão
Johann W. Döbereiner
(1780-1849)

Separados por propriedades semelhantes

cálcio: 40,08	
estrôncio: 87,62	média = 88,70
bário: 137,33	
cloro: 35,45	
bromo: 79,90	média = 81,18
iodo: 126,90	

A massa atômica do elemento central é aproximadamente igual à média daquelas dos extremos.



Leopold Gmelin
(1788-1853)

A ideia de “família”, obra Fundamentos da Química Pura



Germain L. Hess (1802-1850)

I, Br, Cl, F
Te, Se, S, O
C, B, Si
N, P, As

O Congresso de Karlsruhe, Alemanha



Este foi o primeiro congresso científico internacional na área de Química, com a participação de 140 químicos de vários países, nele ocorreram discussões relacionadas ao atomismo.



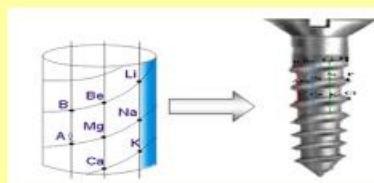
Stanislao Cannizzaro (1826-1910): artigo baseado nas ideias de Avogadro (possível determinação das massas dos gases), no artigo “Sunto di un Corso di Filosofia Chimica”

Após o congresso o relacionamento entre os massas atômicas e as propriedades dos elementos ficaram “no ar”.

O parafuso de telúrio



Alexandre E. B. de Chancourtois
(1820-1886)



Lei das oitavas



John A. R. Newlands (1837-1898)

Quadro 1. Tabela de Newlands relacionada à Lei das Oitavas (1865)^{1b}.

H 1	F 8	Cl 15	Cu-Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pb-Ir 50
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Tl 53
Gl 3	Mg 10	Ca 17	Zn 14	Sr 31	Cd 38	Ba-V 45	Pb 54
B 4	Al 11	Cr 18	Y 25	Co-La 32	U 40	Ta 46	Tb 56
C 5	Si 12	Ti 19	Is 26	Zr 33	Sn 39	W 47	Hg 52
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di-Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Re-Ra 35	Te 43	Au 49	Os 51

Quadro 7. Propriedades do escândio ("eka-boro") previstas por Mendeleiev e as encontradas por Nilson.

	<i>Propriedades Previstas</i>	<i>Propriedades Encontradas</i>
<i>Peso atômico</i>	44	44
<i>Óxido formado</i>	Eb_2O_3	Sc_2O_3
<i>Peso específico do óxido</i>	3,5	3,86
<i>Óxido mais básico que o do alumínio</i>	Sim	Sim
<i>Óxido não solúvel em álcalis</i>	Sim	Sim
<i>Sais incolores</i>	Sim	Sim
<i>Carbonatos insolúveis em água</i>	Sim	Sim
<i>Provável método de descoberta</i>	Não espectroscópico	Não espectroscópico

Quadro 8. Propriedades do germânio (eka-silício) previstas por Mendeleiev e as encontradas por Winkler.

	<i>Eka-silício</i>	<i>Germânio</i>
<i>Peso atômico</i>	72	72,32
<i>Peso específico</i>	5,5	5,47
<i>Volume atômico</i>	13	13,22
<i>Valência</i>	4	4
<i>Calor específico</i>	0,073	0,076
<i>Peso específico do dióxido</i>	4,7	4,703
<i>Volume molecular do dióxido</i>	22	22,16
<i>Ponto de ebulição do tetracloreto</i>	< 100 °C	86 °C
<i>Peso específico do tetracloreto</i>	1,9	1,887
<i>Volume molecular do tetracloreto</i>	113	113,35

Modernização da tabela periódica, estudo dos espectros de raio X dos elementos início séc.XX



Henry G. J. Moseley (1887-1915)

A compreensão da estrutura do núcleo do átomo ganhou amplo terreno com a descoberta da radioatividade. Esta levaria fatalmente à descoberta do nêutron e à constatação de que a carga elétrica positiva nuclear era um parâmetro tão importante quanto o peso atômico.

Resolveria alguns problemas da tabela anterior: telúrio e do iodo!

Quadro 11. Versão moderna da tabela de Mendeleiev⁴⁴.

P e r i o d o	S e r i e s	Grupos																	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		(0)	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
1	1	H 1																He 2	
2	2	Li 3		Be 4		B 5		C 6		N 7		O 8		F 9				Ne 10	
3	3	Na 11		Mg 12		Al 13		Si 14		P 15		S 16		Cl 17				Ar 18	
4	4	K 19		Ca 20		Sc 21		Ti 22		V 23		Sr 24		Mn 25		Fe 26	Co 27	Ni 28	Kr 30
	5		Cu 29		Zn 30		Ga 31		Ge 32		As 33		Se 34		Br 35				
5	6	Ru 37		Sr 38		Y 39		Zr 40		Nb 41		Mo 42		Tc 43		Ru 44	Rh 45	Pd 46	Xe 54
	7		Ag 47		Cd 48		In 49		Sn 50		Sb 51		Te 52		I 53				
6	8	Cs 55		Ba 56		Terras Raras 57-71		Hf 72		Ta 73		W 74		Re 75		Os 76	Ir 77	Pt 78	
	9		Au 79		Hg 80		Tl 81		Pb 82		Bi 83		Po 84		At 85				Rn 86
7	10	Fr 87		Ra 88		Ac 89		Th 90		Pa 91		U 92							

Atividade 3: Sugestão de jogo para abordar aspectos da natureza da ciência presentes no episódio sobre a classificação periódica

Jogo: Jogo percorrendo aspectos da história da classificação periódica dos elementos

Peças: 1 tabuleiro tipo trilha, 4 marcadores (botões) 36 cartas, 1 pirâmide (usada como dado)

Regras:

- Com os marcadores no início, escolhe-se que irá iniciar.
- O escolhido para iniciar jogará a pirâmide, que por sua vez tem duas indicações “percorre” e “não percorre”.
- O lado selecionado será o que ficar virado para baixo. Se a expressão “não percorre” ficar para baixo o jogador continua no início e passa a vez para o próximo. Se a expressão “percorre” ficar para baixo o jogador anda para casa 1 e retira uma carta para responder e ele deve ler a questão em voz alta.
- Se acertar (a resposta pode ser conferida ao abrir a carta) vai para casa dois e passa a vez para o próximo jogador.
- Se errar continua na casa que está e passa a vez, ele deve esperar sua vez novamente, porém não poderá jogar a pirâmide para sair da casa que está, deve pegar outra carta e respondê-la corretamente.

- Após usar uma carta ela deve voltar para o fim do montinho das mesmas.
- Nas casas onde há o pedido para o jogador citar elementos químicos, ele não ficará imune de responder as perguntas. Nessa casa ele deverá citar os elementos e responder as perguntas, se não lembrar dos elementos passa a vez, sem pegar a carta de pergunta. Nesse caso para avançar de casa ele deve acertar os elementos e a pergunta.
- Ganha a rodada que chegar primeiro ao fim da trilha, para isso o aluno deve ter sorte e conhecer o episódio histórico.

Modelo de cartas:

<p>No século XVIII, o que inspirou os químicos franceses Morveau, Berthollet, Fourcroy e Lavoisier a sistematizar a nomenclatura da química?</p> <p>a. A tendência de estabelecer uma sistemática no estudo dos materiais, “o impulso classificatório”, inspirado por muitos estudiosos, como por exemplo, Linnaeus.</p> <p>b. A pesquisa individual de Lavoisier, que por sua vez não teve influência dos acontecimentos da época.</p>	<p>A publicação do livro <i>Méthode de Nomenclature Chimique</i>, em 1787, contém:</p> <p>a. Um manual sobre conhecimentos de geologia.</p> <p>b. Um dicionário que permitiu ao leitor da época relacionar os novos nomes propostos com os comumente utilizados até então, por exemplo, “óleo de vitriol” se torna ‘ácido sulfúrico’.</p>	<p>Em 1789, a obra <i>Traité Élémentaire de Chimie</i>, de Lavoisier, se referia aos elementos químicos como “princípio”, “elemento”, “substância simples” e “corpo simples”. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>
<p>O que hoje se considera como elemento químico difere do entendimento existente até o final do século 18. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Qual a definição de elemento químico atualmente?</p> <p>a. Atualmente, denomina-se como elemento químico um conjunto de átomos com o mesmo número de prótons.</p> <p>b. Atualmente, assim como na antiguidade, considera-se como elemento químico: água, ar, terra e fogo.</p>	<p>Em 1804, John Dalton (1766-1844) influenciado pelas pesquisas de Newton e interessado em fenômenos meteorológicos, procurou desenvolver um modelo que explicasse o comportamento dos gases. Desenvolveu hipóteses e sobre as substâncias serem formadas por partículas indivisíveis, às quais chamou de “átomos”. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>

<p>Nos séculos 17 a 19, ocorreu, na Europa, um extraordinário impulso no desenvolvimento das Ciências, com pouquíssimos pesquisadores gênios isolados. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Apenas Lavoisier foi responsável pelo desenvolvimento da área química. Podendo ser considerado um gênio isolado. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Os alquimistas não contribuíram para as pesquisas em relação a estrutura da matéria, podendo considerar suas contribuições triviais (sem importância) para o desenvolvimento ciência atual. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>
<p>No final do século XVII e início do XVIII pesquisadores estudaram as questões sobre massa dos átomos, a exemplo Dalton. Segundo ele “cada espécie de átomo possui uma massa característica, própria e invariável” Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>O que o professor alemão JohannW.Döbereiner observou, em 1829, ao agrupar certos elementos químicos com propriedades semelhantes?</p> <p>a. Ele observou que ao agrupar certos elementos químicos com propriedades semelhantes, em sequências de três (que ele chamou de tríadas), ocorriam curiosas relações numéricas entre os valores de seus pesos atômicos.</p> <p>b. Ele observou que apesar de propriedades semelhantes não era possível organizá-los de maneira ordenada.</p>	<p>A primeira tríade organizada por Döbereiner continha elementos químicos recém descobertos, são eles: cálcio, estrôncio e bário. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>
<p>Urânio, bromo e iodo; Hidrogênio, selênio e telúrio; manganês, ferro e cobalto. São tríades organizadas no século XIX. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Numa tríade, a massa atômica do elemento central é aproximadamente igual à média daquelas dos extremos. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Balard, que em 1826 descobriu o bromo, previu que este elemento formaria uma tríade com o cloro e o iodo, o que, depois, Berzelius demonstrou ser errado. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>

<p>Além de Döbereiner Leopold Gmelin foi outro pesquisador que desenvolveu estudos sobre as tríades.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Em 1849, Germain Hess, em seu livro Fundamentos da Química Pura, introduziu a ideia de “família” de elementos químicos, descrevendo quatro grupos de não metais com propriedades químicas semelhantes.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Sobre o desenvolvimento histórico da tabela periódica é correto afirmar que:</p> <p>a. Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo e dos intercâmbios entre equipes.</p> <p>b. Os conhecimentos científicos aparecem como atividade humana, coletiva e dinâmica, os conceitos e teorias não são irrevogáveis e são influenciados pelo contexto social, cultural e político além de terem influência das crenças pessoais e imaginação.</p>
<p>O Congresso de Karlsruhe, ocorrido em 1860 na Alemanha, foi o primeiro congresso científico internacional na área de Química, com a participação de 140 químicos de vários países, nele ocorreram discussões relacionadas ao atomismo. Sobre ele é correto afirmar que:</p> <p>a. Não foi importante para o desenvolvimento da tabela periódica, pois ela foi obra de um gênio isolado.</p> <p>b. Foi importante para o desenvolvimento da tabela periódica, principalmente no que diz respeito ao intercâmbio entre equipes.</p>	<p>Foi no Congresso de 1860 que ideias de Stanislao Cannizzaro, sobre massas atômicas, chamaram a atenção de Mendeleev e Lothar Meyer.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Em 1858, as primeiras ideias do pesquisador Stanislao Cannizzaro sobre massas atômicas baseadas nos estudos de Avogadro, foram bem aceitas pela comunidade científica.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>

<p>Entre os anos de 1862 e 1863 Alexandre E. B. de Chancourtois, impulsionado pelos seus estudos em mineralogia, propôs uma disposição para os elementos conhecidos ao longo de uma espiral cilíndrica. Como foi nomeada essa disposição?</p> <p>a. Parafuso de Telúrio</p> <p>b. Hélice de Telúrio</p>	<p>No século XIX, o trabalho de Chancourtois não teve uma ampla divulgação devido à dificuldade de representação e de visualização da estrutura tridimensional que era o Parafuso Telúrico, além de sua linguagem mais mineralógica que química. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Newlands (1837-1898), um químico industrial que trabalhou por anos numa refinaria de açúcar, percebeu que ao ordenar os elementos conhecidos em ordem crescente de suas massas atômicas havia uma repetição de propriedades a cada conjunto de 3 elementos. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>
<p>Sobre a “Lei das oitavas” de Newlands pode-se afirmar que:</p> <p>a. A classificação de Newlands (1863) tinha 11 grupos, baseados em semelhanças nas propriedades químicas.</p> <p>b. A classificação de Newlands (1863) tinha 18 grupos, baseados em semelhanças nas propriedades químicas.</p>	<p>Para Newlands, as massas atômicas de muitos pares de elementos com propriedades semelhantes eram múltiplos de 8. Daí surgiu a “Lei das Oitavas”, que estabelecia, em termos gerais, que as substâncias simples exibiam propriedades semelhantes de tal maneira que, considerada uma dada substância, essa propriedade repetia-se na oitava substância seguinte (na ordem crescente das massas atômicas). Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Newlands não tinha conhecimentos musicais, e sua classificação dos elementos químicos comparadas a escalas musicais foi um acaso que deu certo, pois “o oitavo elemento a partir de um determinado repete as propriedades do primeiro da série”, da mesma forma que ocorria com as oitavas musicais (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si, dó, ré...). Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>
<p>Existem algumas falhas e contradições no trabalho de Newlands, pois nas sequências horizontais existem alguns elementos que normalmente não pertenceriam ao grupo, como ocorre com os metais cobalto e níquel, intercalados entre o bromo e o cloro; além disso, o telúrio foi colocado antes do iodo, apesar de sua massa atômica ser maior. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Newlands teve sua obra científica reconhecida com a Medalha Davy, pela Royal Society, em 1887, cinco anos após a concedida a Mendeleev e a Lothar Meyer. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Odling considerou, em 1864, uma forma de organização considerando não só as propriedades dos elementos químicos como também as dos seus compostos. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>

<p>A tabela de classificação de Odling não foi importante para o desenvolvimento da classificação periódica recente, pois se baseou em critérios inválidos para a época.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>O trabalho que vinha sendo realizado, ao longo da década de 60 do século 19, era, em uma análise mais profunda, a tentativa de realizar com os elementos químicos uma organização dos conhecimentos sobre o conjunto das propriedades fundamentais do universo material, diferente do que Linnaeus havia feito, há mais de um século, com os seres do mundo vegetal.</p> <p>Filosoficamente, esse trabalho equivalia a uma busca da unidade do mundo físico, procurada desde há muito tempo pelos filósofos naturais.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>No final do século XIX, Meyer, um médico alemão e professor universitário que se dedicou a química, desenvolvia pesquisas em relação aos volumes atômicos. Ele relatou, em gráficos, os valores dos volumes atômicos em função das massas atômicas.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>
<p>Meyer realizou apenas uma tentativa para organizar uma tabela dos elementos que refletisse a periodicidade de algumas de suas propriedades.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Meyer e Mendeleev realizaram pesquisas concorrentes e com características semelhantes (na mesma época).</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Mendeleev nasceu na Sibéria, sendo o mais jovem de uma numerosa família proprietária de uma fábrica de artefatos de vidro. Em suas pesquisas ele chegou a um grau de precisão científica que seus contemporâneos não atingiram e talvez por isso a “lei periódica das propriedades dos elementos” e a respectiva tabela acabaram ficando indelevelmente ligadas ao seu nome.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>
<p>Os estudos de Mendeleev se limitaram somente à lei periódica.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Após a participação no Congresso de Karlsruhe, Mendeleev viu nos pesos atômicos a característica fundamental do átomo. Sua atividade como professor e sua mente organizadora levaram-no a colecionar dados e informações sobre as propriedades dos elementos químicos e seus compostos.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Em 1869, Mendeleev publicou uma versão de sua tabela de elementos químicos na qual deixava alguns espaços vazios, prevendo a existência de elementos ainda não descobertos. E descrevendo algumas de suas características.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>

<p>Em relação a tabela idealizada por Mendeleev em 1889 pode-se afirmar que:</p> <p>a. Não levava em consideração as propriedades físicas e químicas associadas aos elementos.</p> <p>b. Permitia prever as propriedades que estariam associadas a alguns elementos ainda não descobertos, graças à sua posição (espaço vazio) na tabela e às propriedades associadas aos elementos vizinhos.</p>	<p>Mendeleev tirou uma conclusão equivocada na construção de sua tabela. As posições do telúrio e do iodo, as propriedades desses elementos indicavam a ordem telúrio, seguida do iodo, ao passo que os pesos atômicos indicavam uma posição inversa.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>A tabela idealizada por Mendeleev em 1889, é perfeita sendo usada atualmente por estudantes, farmacêuticos e químicos.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>
<p>Com os trabalhos de Theodore W. Richards (1868-1928) e de Frederick Soddy (1877-1956), bem como os de Henry G. J. Moseley (1887-1915), as discrepâncias presentes na tabela de Mendeleev se agravaram.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>A teoria de Dalton foi retomada por Mendeleev durante suas pesquisas sobre a periodicidade dos elementos químicos.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Mendeleev não fez previsões sobre novos elementos em suas pesquisas.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>
<p>Quando organizava a sua tabela, Mendeleev deixou um espaço entre o silício e o estanho, já que as propriedades desses elementos apresentavam um salto não justificado de valores.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>No final do século XIX e início do XX, a compreensão da estrutura do núcleo do átomo ganhou amplo terreno com a descoberta da radioatividade. Esta levaria fatalmente à descoberta do nêutron e à constatação de que a carga elétrica positiva nuclear era um parâmetro tão importante quanto a massa atômica.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Os estudos de Moseley no fim do século XIX fizeram com que o número atômico passasse a ser a variável independente para a classificação periódica.</p> <p>Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>

<p>A descoberta dos números atômicos dificultou explicar a inversão dos pesos atômicos ocorrida quando da colocação do telúrio e do iodo na tabela de Mendeleev. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>Ao realizar a inversão das massas atômicas do telúrio e do iodo colocava-se os elementos na ordem correta dos seus números atômicos. Essa mesma inversão, mais tarde foi observada entre os pesos atômicos dos elementos argônio (39,948) e potássio (39,0983). Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>A tabela periódica atual é organizada em ordem crescente de:</p> <p>a. Número atômico</p> <p>b. Massa atômica</p>
<p>Atualmente a tabela periódica é organizada em famílias e períodos. Encontram-se 18 famílias (linhas verticais) e 7 períodos (linhas horizontais). Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>	<p>A tabela periódica é dividida em:</p> <p>a. metais e não metais</p> <p>b. ácidos e bases</p>	<p>Pode-se citar como propriedades periódicas: Eletronegatividade, Densidade e Temperatura de ebulição e fusão. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?</p>

Apêndice 3: SAT Dos boticários aos dilemas dos compostos orgânicos contemporâneos

Atividade 3: Sugestão para dinâmica do Júri simulado

A controvérsia sobre a patente do cunaniol

O caso se passa em 1980, na reserva Serra da lua, território dos índios Uapixanas em Roraima. As plantas medicinais fazem parte há séculos dos rituais Xamânicos desses povos. Para melhorar a pesca os Uapixanas fazem preces e invocam seus deuses enquanto preparam uma isca, o timbó, veneno que deixa os peixes vulneráveis para caça.

Pelo mundo há cerca de 140 espécies de timbó, mas é apenas no Brasil que existe um exemplar raro dessa espécie onde se extrai essa substância entorpecente da planta e não das raízes. Essa substância tem um potencial tão alto que despertou interesse de muita gente. Da folha Cunani que se extrai o cunaniol, essa substância provoca paralisia nos animais, em algumas espécies a morte é inevitável, em outras os peixes boiam e depois voltam a nadar. Esse fato chamou atenção de Conrad Gorinsky, químico inglês que conviveu com os índios Uapixanas durante anos.

Gorinsky enxergou na substância um potencial para agir no sistema nervoso central humano, com capacidade de reverter até uma parada cardíaca. Sem avisar, ele foi embora do Brasil e registrou, no Escritório Europeu de Patentes, os direitos de propriedade intelectual sobre dois compostos medicinais retirados de plantas usadas pela tribo²⁷.

Em 1996, os povos Uapixanas entraram com uma ação na justiça para cassação do registro da patente do Cunani. Os órgãos responsáveis no exterior informaram que os registros foram suspensos por problemas administrativos.

Atualmente a Funai procurou a justiça para recorrer pelos direitos dos índios e o caso vai a júri. O júri será organizado com os alunos da turma.

A dinâmica do júri foi adaptada da proposta do professor Lucas Melo da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo e publicada em e-disciplinas USP²⁸.

Funções dos participantes

- Juiz: dirige e coordena o andamento do júri;
- Promotoria-advogado de acusação: formula as acusações contra o réu ou ré;
- Advogado de defesa: defende o réu ou ré e responde às acusações formuladas pelo advogado de acusação;
- Testemunhas: falam a favor ou contra o réu ou ré, de acordo com o que tiver sido combinado, pondo em evidência as contradições e enfatizando os argumentos fundamentais;

²⁷ Bertha K. Becker e Claudio Stenner. *Um futuro para a Amazônia*, 2008.

²⁸ https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4368887/mod_resource/content/1/Roteiro%20para%20JC3%BAri%20Simulado%20-%20Aula%207.pdf

- Corpo de Jurados: ouve todo o processo e a seguir vota: culpado ou inocente, definindo a pena. A quantidade do corpo de jurados deve ser constituída por número ímpar;
- Público: dividido em dois grupos da defesa e da acusação, ajudam seus advogados a preparar os argumentos para acusação ou defesa. Durante o júri, acompanham em silêncio;
- Acusados: poderá incluir um grupo ou uma pessoa que será o réu ou ré no processo.

Formam-se quatro grupos:

1. Promotoria: equipe responsável pela acusação. Nesse caso, deverá acusar o réu ou ré de praticar biopirataria. Um dos participantes deverá ser escolhido como o advogado de acusação (promotor), o qual poderá solicitar 01 ou 02 membros como testemunhas de acusação para reforçar os argumentos do promotor. O grupo poderá parar a discussão até 02 vezes para combinação dos argumentos entre o grupo.
2. Defesa: equipe responsável pela defesa do réu ou ré. Tem a função de rebater as acusações da promotoria e apresentar argumentos que justifiquem o pertencimento da patente ao acusado. Um dos participantes deverá ser escolhido como o advogado de defesa, o qual poderá solicitar 01 ou 02 membros como testemunhas de defesa que reforçarão os argumentos do advogado. O grupo poderá parar a discussão até 02 vezes para combinação dos argumentos entre o grupo.
3. Corpo de jurados: equipe responsável pelo veredicto (número ímpar). Ao final da discussão, deverá apresentar uma conclusão sobre o problema apresentado.
4. Público observador: poderá auxiliar a acusação ou a defesa durante as paradas da discussão, devendo permanecer em silêncio nos outros momentos.

Etapas e tempo (tempo: 100 min)

1. Apresentação do problema pelo/a juiz/a (10 min);
2. Socializar as ideias nos grupos – discussão interna (20 min);
3. Acusação (10 min) – incluindo as falas das testemunhas, se for o caso;
4. Defesa da tese inicial (10 min) – incluindo as falas das testemunhas, se for o caso;
5. Debate entre grupos (20 min);
6. Considerações finais (20 min – 10 para cada grupo);
7. Veredicto (10 min).

Passos:

1. O professor apresenta o caso a ser trabalhado.
2. Orientação para os participantes.
3. Preparação para o júri.
4. Juiz abre a sessão.
5. Advogado de acusação (promotor) acusa o réu ou ré (a questão em pauta).
6. Advogado de defesa defende o réu ou ré.
7. Advogado de acusação (promotor) toma a palavra e continua a acusação.
8. Intervenção de testemunhas, uma de acusação.
9. Advogado de defesa retoma a defesa.
10. Intervenção de testemunhas, uma de defesa.
11. Jurados decidem a sentença, junto com o juiz.
12. O público avalia o debate entre os advogados, destacando o que foi bom e o que faltou.
13. Leitura e justificativa da sentença pelo juiz.

Apêndice 4: Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa UNIFESP



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



São Paulo, 02 de setembro de 2016
CEP N 7762220816

Ilmo(a). Sr(a).
Pesquisador(a): Estela Ferreira Santana
Depto/Disc: Ciências Exatas
Simone Alves Assis Martorano (orientador)

Título do projeto: "Um estudo sobre o subprojeto PIBID Química UNIFESP: A história da ciência no ensino por meio de Sequências de Aprendizagem Temática."

Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa UNIFESP/HSP

Este projeto de pesquisa aborda o tema História da Ciência dentro de um contexto de formação de professores. A abordagem histórica enriquece e valoriza o trabalho dos professores, além de favorecer o entendimento da construção do conhecimento. O principal objetivo da pesquisa é analisar o material produzido pelo subprojeto de Química do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência da Universidade Federal de São Paulo, mais especificamente a proposta didática com a temática da Alquimia, desenvolvida para alunos do primeiro ano do ensino médio. Para isso, visa-se o estudo de referenciais teóricos que auxiliam a construção de materiais e atividades didáticas fundamentadas em História da Ciência. A partir das reflexões obtidas será feita a construção de um relatório em busca de auxiliar o subprojeto de Química e os professores na elaboração de material didático com a abordagem histórica.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo, na reunião de 02/09/2016, **ANALISOU** e **APROVOU** o protocolo de estudo acima referenciado. A partir desta data, é dever do pesquisador:

1. Comunicar toda e qualquer alteração do protocolo.
2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do protocolo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.
4. Relatórios parciais de andamento deverão ser enviados anualmente ao CEP até a conclusão do protocolo.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Miguel Roberto Jorge

Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da
Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo